



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**O DESIGN INDUSTRIAL E AS ENGENHARIAS: UMA
POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO POR INTERMÉDIO DA
ENGENHARIA REVERSA**

DANILO ÉMMERSON NASCIMENTO SILVA

Tese de Doutorado em Design

Bauru - 2014



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**O DESIGN INDUSTRIAL E AS ENGENHARIAS: UMA POSSIBILIDADE DE
INTEGRAÇÃO POR INTERMÉDIO DA ENGENHARIA REVERSA**

DANILO ÉMMERSON NASCIMENTO SILVA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Campus Bauru, linha de pesquisa Planejamento do Produto, como parte integrante do Doutorado Interinstitucional – DINTER 2011, promovido pelo PPGDESIGN da UNESP e recepcionado pelo Núcleo de Design, do Centro Acadêmico do Agreste, da Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste, sob a orientação do Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria e co-orientação do Prof. Dr. Osmar Vicente Rodrigues.

Bauru - 2014

Silva, Danilo Emmerson Nascimento.

O design industrial e as engenharias: uma possibilidade de integração por intermédio da engenharia reversa / Danilo Emmerson Nascimento Silva, 2014.
392 f. : il.

Orientador: João Roberto Gomes de Faria

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2014

1. Design Industrial. 2. Engenharias. 3. Engenharia Reversa. 4. Desenvolvimento Integrado de Produtos. 5. Educação. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

BANCA DE DEFESA FINAL DE DOUTORADO

Titulares

Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria (UNESP) - Orientador

Prof. Dr. Galdenoro Botura Júnior (UNESP)

Prof. Dr. Jonas de Carvalho (USP)

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva (UNESP)

Prof. Dr. Amilton José Vieira de Arruda (UFPE)

Suplentes

Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos (UNESP)

Prof. Dr. Eugênio Andres Dias Merino (UFSC)

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli (UNESP)

Prof. Dr. Gustavo Bono (UFPE)

Bauru, 28 de maio de 2014.




ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE DANILO ÉMMERSON NASCIMENTO SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DO(A) FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICACAO DE BAURU.

Aos 28 dias do mês de maio do ano de 2014, às 14:00 horas, no(a) Auditório da Secretaria de Pós-Graduação - FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOÃO ROBERTO GOMES DE FARIA do(a) Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Dr. GALDENORO BOTURA JUNIOR do(a) Coordenadoria de Curso / Unidade de Sorocaba, Prof. Dr. JONAS DE CARVALHO do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. JOSÉ CARLOS PLÁCIDO DA SILVA do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Dr. AMILTON JOSE VIEIRA DE ARRUDA do(a) Departamento de Design / Universidade Federal de Pernambuco, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de DANILO ÉMMERSON NASCIMENTO SILVA, intitulado "O DESIGN INDUSTRIAL E AS ENGENHARIAS: UMA POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO POR INTERMÉDIO DA ENGENHARIA REVERSA". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: _ _ _ _
_ APROVADO _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. JOÃO ROBERTO GOMES DE FARIA


Prof. Dr. GALDENORO BOTURA JUNIOR


Prof. Dr. JONAS DE CARVALHO


Prof. Dr. JOSÉ CARLOS PLÁCIDO DA SILVA


Prof. Dr. AMILTON JOSE VIEIRA DE ARRUDA

DEDICATÓRIA

Dedico esta produção científica ao Deus Supremo, pois sem a sua presença na fé e no pensamento, não teria produzido conhecimento científico, tão pouco, ultrapassado tantas dificuldades, nem teria me colocado tantas pessoas boas à volta e torcendo por mim.

A algumas pessoas importantes em minha existência: a minha esposa Ticiane e meu filho Dante. Em tempo, peço perdão pelos momentos de ausência necessária. Esta conquista é para vocês!

À memória de minha falecida genitora: em vida, um exemplo; em morte, um guia. Mãe foi por você!

Ao pai e ao irmão: irmanados pela amizade e sintonizados com esse projeto de vida!

Aos tios maternos e demais familiares pelo suporte e apoio.

Aos sogros e cunhados pela compreensão, ajuda e assistência no lar durante minhas ausências.

Aos amigos Luiz Vidal e Lígia Medeiros: fonte de inspiração na pesquisa científica.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e co-orientador, respectivamente, professores *João Roberto Gomes de Faria* e *Osmar Vicente Rodrigues*. A ajuda de ambos foi imprescindível. Sem vocês, o caminho seria muito mais difícil e tortuoso!

Ao professor *Francisco de Alencar*, pela orientação durante o início do doutorado.

Aos professores e pesquisadores *Wagner Braga Batista* e *Hugo Backx*, pelo auxílio, disponibilidade e fornecimento de documentos textuais relevantes ao estudo.

Às empresas participantes que tanto enalteceram este estudo e acreditaram na proposta de construção da parceria com o meio acadêmico-científico: i) à *Caio Induscar*, representada por *Leonardo Andretta Favalli* – Chefe de desenvolvimento de fornecedores; *Roberto Carlos Barduco* – Gerente de Design; *Airton Baggio* – Analista de Projetos; *Marcelo Onofre Mendonça*, *Leandro Tomazati Oliveira*, *Rafael Bressiane*, *Renato de Oliveira Ferreira*, *Vera Lúcia da Silva Cunha*, *Paulo César de Carvalho Júnior* – Designers; ii) à *Spark design & innovation* representada pelos designers industriais *Robert Barnhoorn* – CEO, *Maarten Wilming* – CEO, *Michel van Schie* – COO e, em especial, ao *Hugo Honijk* – *International Manager*; iii) à *Embraer – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.*, representada por *Fernando Ferreira Fernandez* – *Materials and Process R&D Engineer* – e *Luciana Ribeiro Monteiro* – *Technology Development*; iv) à *Latina Eletrodomésticos*, representada por *Ronis Paixão*, *R&D e Quality Manager*; v) ao *ParqTec – Parque Tecnológico de São Carlos*, representado pelo professor doutor *Jonas de Carvalho*, *Diretor Técnico* e *Sylvio G. Rosa Jr.*, *Presidente*; vi) à empresa *Df[x] Projetos*, representada pelos sócios designers industriais *Tauan Bernardo* e *César Soares*; vii) à empresa *Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos*, por intermédio de *Carlos H. Banhos*, *Fabrcio dos Santos* e *Eduardo Honorato*, respectivamente, *Diretor de Inovação*, *Gerente de Engenharia* e *Designer de Produto*; viii) à empresa *Robtec*, representada por *Luiz Fernando Dompieri* e *Renato Leone*, respectivamente, *Diretor Geral* e *Account Executive*; ix) ao *RDesign Studio*, na pessoa de *René Gellert Paris*, *Diretor*.

À empresa *ProJúnior Engenharia*, da Faculdade de Engenharia de Bauru, da UNESP, representada por *Lucas Moura*, *Presidente*; e, *Guilherme Spinace*, *Vice-Presidente*.

A todos os participantes dos questionários e entrevistas submetidos ao setor produtivo e ao meio acadêmico. Foram tantos! Vocês não têm a dimensão real de cada contribuição fornecida!

Aos colegas de mestrado e doutorado do PPGDESIGN da UNESP, pela ajuda, convívio e troca de experiências.

Aos professores e funcionários pertencentes ao Curso de Graduação em Design e do Programa de Pós-Graduação em Design da FAAC/UNESP.

Aos Bolsistas do CADEP/FAAC/UNESP, *Letícia Alcará da Silva*, *Lucas Coutinho Francisco Silva*, *Thiago Zaccaria Piemonte Ribeiro*, *Rebeca Messias de Andrade* e *Isaac Pereira Lourei* auxílio durante as atividades de Estágio Supervisionado no referido espaço pedagógico.

Ao NUCAM/UNESP pelo espaço e experiências fornecidas.

A CAPES, a UFPE e a FACEPE pelo fomento e aporte financeiro: sem esta contribuição este plano não teria se tornado uma realidade.

Ao Curso de Design, do Centro Acadêmico do Agreste, da UFPE, em especial ao professor Mário de Faria Carvalho, pelo apoio e orientações precisos.

Ao LABDIER/UFPE/CAA onde todas as “peças” se posicionaram nos seus devidos lugares.

Por fim, a todos os membros integrantes avaliadores da Banca de Qualificação e de Defesa Final da Tese pelas relevantes considerações e contribuições fornecidas ao estudo.

TÍTULO: O DESIGN INDUSTRIAL E AS ENGENHARIAS: UMA POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO POR INTERMÉDIO DA ENGENHARIA REVERSA

Doutorando: Danilo Émmerson Nascimento Silva

Orientador: João Roberto Gomes de Faria

RESUMO

Durante muito tempo a Engenharia Reversa (ER) esteve associada, de modo equivocado, no ocidente, a práticas e procedimentos ilícitos. Através deste percurso, países orientais e integrantes do bloco econômico Tigre Asiático desencadearam estratégias de inovação em produtos e processos. Mais recentemente, com o aporte das novas tecnologias, a ER fez-se integrante dos sistemas de digitalização e inspeção 3D. Ademais, a literatura estrangeira tem adotado a sua nomenclatura para designar pesquisas com sistemas vivos e biológicos, diferentemente, do que se acreditava produzir avanços somente aos campos tecnológicos. Com base nesses pressupostos a ER foi investigada como um instrumento metodológico que possibilite a integração entre as áreas responsáveis pelo projeto e desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais – engenharias e o design industrial – nos setores produtivos, mas principalmente no meio acadêmico. Foram pesquisados, em profundidade, aspectos da conceituação, historicidade, desdobramentos, aplicações e transformações sofridas na ER bem como o seu estado da arte e arcabouço metodológico (teórico-científico), além das questões controversas como a da legalidade e do direito industrial que tangenciam esta área. Desta forma, foram realizadas: pesquisas na literatura; a aplicação de questionários e entrevistas em campo junto à academia e aos setores produtivos – cases de fábricas e empresas; e, em laboratórios acadêmicos, foram produzidos testes e ensaios, de simulação virtual, de prototipagem e manufatura rápida (PR/MR), análises de produtos e processos, dentre outras. Os instrumentos metodológicos adotados na compilação dos dados serviram para a verificação das hipóteses formuladas nesta pesquisa. Os resultados apontaram para a necessidade de uma convergência e integração entre o design industrial e as engenharias tanto no setor produtivo quanto na academia. As contribuições desta pesquisa puderam gerar diretrizes metodológicas, modelos conceituais que visam à transformação, de maneira efetiva e pragmática, o ensino pedagógico e a prática da atividade de *design* industrial, bem como para as demais áreas envolvidas com P&D, ciência e inovação tecnológica, projeção e desenvolvimento integrado de produtos industriais.

Palavras-chave: *Design Industrial, Engenharias, Engenharia Reversa, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Educação.*

TITLE: INDUSTRIAL DESIGN AND ENGINEERING: A POSSIBILITY OF INTEGRATION THROUGH THE REVERSE ENGINEERING

Doctoral candidate: Danilo Émmerson Nascimento Silva

Supervisor: João Roberto Gomes de Faria

ABSTRACT

In the West, Reverse Engineering has been wrongly associated for a long time, the illicit practices and procedures. Through this route, Eastern countries and members of the bloc Asian Tiger triggered strategies for innovation in products and processes. More recently, with the contribution of new technologies, the ER became a member of the scanning systems and 3D inspection. Moreover, foreign literature has adopted its nomenclature to describe research with living systems and biological differently than previously believed only to produce advances technological fields. Based on these assumptions, the ER was investigated as a methodological tool that enables the integration between the areas responsible for the design and development of products and industrial artifacts - engineering and industrial design - in the productive sectors, but especially in academia. Were researched in depth, aspects of conceptualization, historicity, developments, applications and transformations in Reverse Engineering and its state-of-art and methodological framework (theoretical and scientific), and of controversial issues such as the legality and the right tangent this industrial area. Specifically, the use of analytical techniques is part of the ER, especially in the area projetual configured by industrial design and engineering (product, production and industrial). Thus, were conducted: literature searches; applying questionnaires and interviews in the field next to the academy and productive sectors - cases factories and company; and in academia laboratories were produced testing, virtual simulation, prototyping and rapid manufacturing (RP/RM), analysis of products and processes, among other. The methodological tools adopted in the compilation of data and verification of the hypotheses formulated in this research work. The results pointed to the need for convergence and integration between industrial design and engineering in both the production sector and in academia. The contributions of this research could generate guidelines methodological, conceptual models that aim to transform, in an effective and pragmatic education teaching and practice of the activity of industrial design as much as the other areas involved with R&D, science and technology innovation, projecting and development integrated industrial products.

Keywords: Industrial Design, Engineering, Reverse Engineering, Integrated Product Development, Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Esquema representativo da estruturação da tese.....	31
Figura 02: Representação capitular da tese.....	35
Figura 03: Panorama do design industrial no mundo e no Brasil.....	43
Figura 04: Desenho de Leonardo da Vinci (c. de 1490).....	43
Figura 05: Engenheiro e empreendedor da Era das Máquinas.....	44
Figura 06: Trabalho infantil e condições impróprias durante a industrialização.....	45
Figura 07: Reunião de aristocratas e burgueses discutindo assuntos da época.....	45
Figura 08: Palácio de Cristal, sede da Exposição de Londres (1851).....	46
Figura 09: Desdobramentos tecnológicos da energia a vapor.....	47
Figura 10a: Movimento <i>Arts and Crafts</i> e 10b: Movimento <i>Art Nouveau</i>	48
Figura 11: A primeira <i>Harley-Davidson</i> (aproximadamente de 1903).....	49
Figura 12: As grandes cidades na passagem do século XIX para o século XX.....	49
Figura 13: A imponência dos projetos de engenharia do início do século XX.....	50
Figura 14: Instalações modernas da empresa alemã <i>AEG</i>	50
Figura 15: Fachada do edifício da escola alemã <i>Bauhaus</i>	51
Figura 16: Linha de montagem automobilística nos seus primórdios.....	52
Figura 17: Automóvel <i>Airflow</i> da <i>Chrysler</i>	53
Figura 18a: Primeira Guerra Mundial e 18b: Segunda Guerra Mundial.....	53
Figura 19: Engenheiro <i>Earl Tupper</i> demonstra, em 1940, os avanços com os polímeros.....	54
Figura 20: Astronauta norte-americano ícone da corrida espacial.....	55
Figura 21: Instalações da Escola <i>HfG</i> de <i>Ulm</i>	55
Figura 22a: Sede da <i>Braun</i> em <i>Frankfurt</i> (1960) e 22b: Diversos produtos da <i>Braun</i>	56
Figura 23: Festival de <i>Woodstock</i> ; capa da Revista <i>Life</i>	57
Figura 24: Projeto de <i>Gaetano Pesce</i> , um dos idealizadores do <i>Radical Design</i>	57
Figura 25: Estilo italiano de viver representado na motoneta <i>Vespa</i> : alegria, diversão e descontração.....	58
Figura 26: Região representativa dos Tigres Asiáticos.....	59
Figura 27: Exemplos da evolução da válvula para o transistor e, por fim, o <i>chip</i>	60
Figura 28: Ícone japonês da reprodução de música individual e portátil.....	61
Figura 29: Problemas ambientais e de sustentabilidade.....	62
Figura 30: Artefatos da era da eletrônica e da comunicação digital.....	63
Figura 31: Exemplo de tecnologias vestíveis e imersivas para pessoas deficientes.....	64
Figura 32: Curso de desenho preparatório para professores (IAC).....	65
Figura 33: <i>Hall</i> do Museu de Arte Moderna, Rio de Janeiro.....	65
Figura 34: Prédio da <i>FAAUSP</i> (aproximadamente 1960).....	66
Figura 35: Instalações originais da <i>ESDI</i>	66
Figura 36: Organograma da <i>ESDI</i> , quando da sua criação.....	68
Figura 37: Primeiro organograma do curso de <i>design</i> do Estado.....	68

Figura 38: Segundo organograma do curso da ESDI.....	69
Figura 39: Estrutura inicial do curso da ESDI.....	69
Figura 40: Edificação da primeira sede da Escola de Design (UMA).....	70
Figura 41: Vista aérea da FAAP, São Paulo.....	71
Figura 42: Fachada principal do Centro de Artes e Comunicação da UFPE.....	71
Figura 43: JK dirige caminhão Mercedes-Denco na inauguração da fábrica no Brasil.....	72
Figura 44: Instalações do curso de Desenho Industrial (UFCG).....	74
Figura 45: Estrutura fundamental para reforma curricular de DI.....	75
Figura 46: Sítio interativo para consultas do <i>E-mec</i>	77
Figura 47: Projetista arquiteto no final do século XIX.....	82
Figura 48: <i>Peter Behrens</i> , considerado o pioneiro em design industrial.....	84
Figura 49: <i>Marcel Breuer</i> , um dos legados do período da <i>Bauhaus</i>	85
Figura 50: <i>Raymond Loewy</i> e <i>Bob Bourke</i> , projetistas polivalentes e ecléticos.....	85
Figura 51: <i>Jiro Kawano</i> (Gerente de projetos) da <i>Toyota</i> desenvolveu o modelo <i>Toyota GT 2000</i> , (1967).....	86
Figura 52: Gestão de <i>Tomás Maldonado</i> , <i>Hans Gugelot</i> e <i>Otl Aicher</i> (1964-66).....	87
Figura 53: <i>Ettore Sottsass</i> e a influência pós-moderna.....	88
Figura 54: <i>Philippe Starck</i> , excêntrico e provocador.....	88
Figura 55: <i>Gui Bonsiepe</i> , remanescente da filosofia ulminiana.....	89
Figura 56: Mesa digitalizadora: evolução tecnológica das mesas de desenho tradicionais.....	89
Figura 57: Os projetistas da Ford utilizando a Realidade Virtual.....	90
Figura 58: Dinâmica do processo de desenvolvimento técnico e científico.....	92
Figura 59: Grau de interação entre as disciplinas.....	93
Figura 60: Definições de multi, pluri, inter e transdisciplinaridade.....	94
Figura 61: Representação esquemática do modo pluri-auxiliar.....	94
Figura 62: O ciclo de produção de bens e serviços.....	97
Figura 63: O ciclo da produção de novos conhecimentos na Engenharia de Produção.....	98
Figura 64: Modelo de integração por intermédio do Desenvolvimento do Projeto.....	99
Figura 65: Esboço para a construção de uma Teoria do Design.....	102
Figura 66: Algumas áreas de atuação do designer industrial.....	103
Figura 67: Esquema Representativo do “sistema-produto”.....	103
Figura 68: A Pirâmide de Requisitos por <i>Ashby</i>	110
Figura 69: Formação e principais áreas de atuação dos designers industriais.....	113
Figura 70: Conhecendo um produto detalhadamente.....	118
Figura 71: Ícone oficial norte-americano acerca de informação e investigação secreta.....	122
Figura 72: Código fonte de programação do computador no fundo azul da eletrônica ©(Gudella Dreamstime.com).....	124
Figura 73: Modelagens bi, tridimensional e física.....	125
Figura 74: Prancheta de desenho digital em alusão à prancheta tradicional.....	126

Figura 75: Scanner 3D Modelo <i>Atos</i>	127
Figura 76a: Impressora 3D <i>Cube</i> e 76b: Sistema de produção 3D <i>Fortus 900mc</i>	128
Figura 77: Realidade aumentada em projetos arquitetônicos.....	128
Figura 78: Análise, investigação e medição mecânica e manual.....	129
Figura 79: Passos da metodologia proposta.....	130
Figura 80: Triângulo de <i>Bronowski</i>	131
Figura 81: Análise e medição por escaneamento 3D.....	135
Figura 82: Técnicas de ER para a obtenção de geometrias 3D.....	136
Figura 83: a) Barra de 100mm com 10 furos; b) Corte longitudinal do acoplamento de dois elementos; c) Acoplamento de dois elementos; d) Montagem para estudo de posições.....	139
Figura 84: A reconstrução do osso danificado por ER e PR seguida de cirurgia ortopédica.....	140
Figura 85: Processo Logístico Reverso.....	141
Figura 86: Atividades nos estágios do ciclo de vida de um produto.....	141
Figura 87: exemplos de formas complexas contruídas com <i>NURBS</i>	142
Figura 88: a) Modelos de armação de óculos utilizados para o estudo. b) Digitalização do indivíduo.....	143
Figura 89: Diferentes armações de óculos adaptadas a dois indivíduos distintos através de arquivos tridimensionais.....	143
Figura 90: Etapa de digitalização dos arabescos da escadaria.....	144
Figura 91: Imagens processadas pelo <i>software</i> CAM.....	144
Figura 92: Simulação virtual a partir da digitalização 3D a laser.....	144
Figura 93: Peça produzida em acrílico cristal por corte e gravação a laser.....	144
Figura 94: Digitalização do molde em gesso por escâner fixo de ponto.....	144
Figura 95: Digitalização do molde em gesso por escâner móvel de linha.....	144
Figura 96: Processamento das fotografias para obtenção de malha no <i>PhotoModeler Scanner</i>	145
Figura 97: Laser de Ponto x Laser Móvel (a) e Laser de Ponto x Fotogrametria (b).....	145
Figura 98: Exemplos de análises históricas, de mercado, de montagem e desmontagem, de componentes e de materiais.....	145
Figura 99: Números de depósitos de patentes de países entre 1990 a 2006.....	149
Figura 100: A empresa IBM lidera há duas décadas o <i>ranking</i> de patentes.....	151
Figura 101: Ciclo de Inteligência Competitiva.....	151
Figura 102: Exposição de produto em feira no século passado.....	153
Figura 103a: Falsificação do <i>Iphone</i> da <i>Apple</i> e 103b: Falsificação do <i>joystick</i> da <i>Sony</i>	153
Figura 104: Algumas das 313 assinaturas de patente de <i>Steve Jobs</i>	155
Figura 105: Estande da <i>Ford</i> em Salão do Automóvel no Brasil (1960).....	156
Figura 106: Espiões no Salão do Automóvel de Genebra (Século XXI).....	156
Figura 107: A empresa Coca-Cola mantém um dos segredos industriais mais cobijados.....	158
Figura 108: A produção do fogo nos primórdios.....	161

Figura 109: Número de patentes requeridas e concedidas nos <i>EUA</i> de acordo com <i>USPTO</i>	163
Figura 110: Exemplos de criações estéticas e técnicas.....	164
Figura 111: Número de patentes concedidas pelo <i>INPI</i>	164
Figura 112: Filosofia diferente entre a <i>Microsoft Windows</i> e a <i>Linux</i>	167
Figura 113: Exemplo de medicamento sob licença compulsória no Brasil.....	167
Figura 114: Medicamentos genéricos sob a legislação.....	168
Figura 115: Escala dos campos da nano e da biotecnologia.....	169
Figura 116: Cartaz do filme <i>Tron</i> (1982, <i>Walt Disney</i>), primeiro uso da CG.....	171
Figura 117: <i>Whirlwind I</i> (1950), primeiro computador com recursos de visualização gráfica de dados (<i>MIT</i>).....	172
Figura 118: O <i>Sketchpad</i> desenvolvido por <i>Ivan Sutherland</i>	173
Figura 119: Funcionamento do Sistema Militar de Monitoramento Aéreo (<i>SAGE/EUA</i> , 1955).....	174
Figura 120: Programas CAD desenvolvidos pela indústria automobilística e aeroespacial após tese de <i>Sutherland</i>	174
Figura 121: Modelo CAD para análise da Engenharia e teste mecânico para validação.....	176
Figura 122: Imagem da tela do <i>Second Life</i>	177
Figura 123: Projeto do estudante <i>Martin Newell</i> (1974), Universidade de <i>Utah</i>	178
Figura 124: Esquema de funcionamento multicamadas do <i>GIS</i>	179
Figura 125: Aplicações da ferramenta <i>Geomagic</i> da <i>3D systems</i>	182
Figura 126: Tecnologia <i>3Doodler</i>	183
Figura 127: Experiência de <i>Sutherland</i> (1972) com malhas poligonais complexas.....	184
Figura 128: O ciclo de trabalho da ER.....	185
Figura 129: Exemplo de escâner 3D portátil.....	186
Figura 130: Desenvolvimentos tecnológicos permitindo o surgimento de tecnologias com RP.....	194
Figura 131: Classificação de protótipos.....	195
Figura 132: Representação esquemática da Tecnologia Aditiva.....	196
Figura 133: Distribuição dos setores que adotam a RP.....	197
Figura 134: Aplicação de Tecnologia Aditiva na produção de protótipos.....	197
Figura 135: Investimentos realizados em Tecnologias Aditivas, entre 2003 e 2005.....	198
Figura 136: Tecnologias relativas à prototipagem.....	198
Figura 137: Representação esquemática da tecnologia <i>SLA</i>	199
Figura 138: Representação esquemática da tecnologia <i>SLS</i>	200
Figura 139: Representação esquemática da tecnologia <i>FDM</i>	201
Figura 140: Representação esquemática da tecnologia <i>LOM</i>	202
Figura 141: Representação esquemática da tecnologia de impressão <i>3DP</i>	203
Figura 142: Protótipos rápidos com tecnologia <i>SRP</i>	206
Figura 143: Exemplos de Prototipagem Rápida com <i>SRP</i>	206

Figura 144: Tipos de sistemas abrasivos.....	207
Figura 145: Classificação dos processos de <i>RT</i> (Ferramental rápido).....	209
Figura 146: Moldes rápidos produzidos por <i>SLS Laserform</i> com partículas de pó metálico.....	209
Figura 147: Exemplos e processos de <i>RM</i>	210
Figura 148: <i>Cybaman Tech</i> – Manufatura Robótica Inteligente e suas aplicações.....	211
Figura 149: Estudo integrando tecnologias aditivas e digitalização 3D.....	212
Figura 150: Participante experimentando a <i>RV</i>	213
Figura 151: Fluxo esquemático de funcionamento do <i>ARToolKit</i>	215
Figura 152: Simulação de <i>RA</i> a partir de <i>download livre</i> do aplicativo <i>Toyota IQ Magic Symbol</i>	216
Figura 153: Iceberg da <i>RA</i> na visão da pesquisadora. Relação designer-tecnologia.....	217
Figura 154: Simulação de <i>plugin AR Media</i> a partir de programa versão livre <i>Google Trimble Sketch Up</i>	218
Figura 155: Equipamento <i>Ray Modeler 360 Autostereoscopic Display</i> da <i>Sony</i>	218
Figura 156: Exposição em evento do <i>Ray Modeler 360 Autostereoscopic Display (Sony)</i>	218
Figura 157: Aplicativo da <i>Inglobe Technology</i> auxiliar com <i>RA</i> na manutenção de motor de veículos.....	219
Figura 158: Uso da <i>RA</i> pela <i>Squartz Technologies</i> com reconhecimento facial ou de gestos.....	219
Figura 159: Ferramenta <i>IC IDO</i> da empresa <i>Absolut Technologies</i> : simulação e manipulação virtual.....	220
Figura 160: Representação esquemática da geração de holograma.....	221
Figura 161: Holograma monocromático.....	221
Figura 162: Representação esquemática da geração de holograma.....	222
Figura 163: Mesa com laser e componentes (claro e escuro) e exemplo de holograma de transmissão.....	223
Figura 164: Emprego da holografia em <i>CD/DVD</i> como comprovação de originalidade do produto.....	223
Figura 165: Adoção da holografia pela <i>Toyota</i>	223
Figura 166: Adoção da holografia para acessar modelos de produtos.....	224
Figura 167: A brasileira <i>Eyemotion</i> detém patente nacional de uso da holografia.....	224
Figura 168: Demais aplicações da holografia.....	224
Figura 169: Brinquedo científico da <i>Litiholo</i> com experimentos em holografia.....	225
Figura 170: Exemplo de estágios de hologramas com o <i>Litiholo 3D Laser Hologram Kit</i>	225
Figura 171: O <i>Dreamoc</i> da <i>RealFiction</i> : projetor holográfico.....	225
Figura 172: Modelo Conceitual da Matriz de Desenvolvimento de Produto Integrado.....	230
Figura 173: Procedimentos para a solução de problemas.....	234
Figura 174: Fases do processo criativo e suas respectivas ferramentas.....	239

Figura 175: Linha do tempo de métodos projetuais (1962 a 2006).....	239
Figura 176: Método de projeto de engenharia.....	242
Figura 177: Processo de Desenvolvimento de Produtos de Rozenfeld et al (2006).....	243
Figura 178: Metodologia de Engenharia Reversa e Reprojetado (Redesenho).....	245
Figura 179: O triângulo projetista-cliente-usuário.....	247
Figura 180: A atividade central do projeto de engenharia.....	248
Figura 181: Tipos de modelos usados no projeto de produtos.....	258
Figura 182: Processo de inovação tecnológica.....	265
Figura 183: Evolução da área da Qualidade.....	272
Figura 184: Fluxograma do controle de qualidade de uma empresa.....	275
Figura 185: Organograma da Divisão Industrial.....	277
Figura 186: O Conceito <i>Venture</i>	278
Figura 187: Enfoques de pesquisa.....	282
Figura 188: Redução Progressiva de Incerteza.....	284
Figura 189: Estojo para guardar disquetes: conjunto de técnicas analíticas.....	290
Figura 190: Exemplos de produtos analisados no Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa.....	292
Figura 191: Logotipo do LABDIER/UFPE/CAA.....	292
Figura 192: Saca-rolha econômico de qualidade inferior.....	293
Figura 193: Fachada do Laboratório Didático de Materiais e Protótipos anexado ao CADEP.....	294
Figura 194: Diagrama de produção do CADEP.....	295
Figura 195: Experimentos com medição de temperatura em ambiente externo e interno.....	297
Figura 196: Organograma e fluxograma da Empresa Projúnior da FEB/UNESP.....	299
Figura 197: Exemplos de projetos desenvolvidos pela Projúnior da Unesp Bauru.....	300
Figura 198: a) Processo analítico de montagem e desmontagem de leitor e gravador de equipamento CD/DVD para CPU; b) Solução apresentada por acadêmica da UNOESC/SMO de leitor e gravador de equipamento CD/DVD para CPU.....	301
Figura 199: Exemplos de protótipos rápidos em <i>SLA</i> e <i>SLS</i>	303
Figura 200: Exemplos de protótipos em <i>vaccum casting</i>	303
Figura 201: Exemplos de protótipos em <i>vaccum bag</i>	303
Figura 202: Exemplos de protótipos obtidos em <i>rapid tooling</i>	304
Figura 203: Conexão direta com a China para projetos de <i>hard tooling</i>	304
Figura 204: Captura por Digitalização 3D.....	305
Figura 205: Simulações com <i>RV</i> na <i>Robtec</i>	306
Figura 206: Visão geral da estrutura, setores e equipe da <i>RDesign Studio</i>	307
Figura 207: Exemplos das áreas de atuação da <i>RDesign Studio</i>	308
Figura 208: Exemplos das áreas de atuação da <i>RDesign Studio (Continuidade)</i>	309
Figura 209: Exemplos das áreas de atuação da <i>RDesign Studio (Continuidade)</i>	310

Figura 210: Organograma Institucional da Fundação <i>ParqTec</i>	311
Figura 211: Grupo de parceiros do <i>ParqTec</i> São Carlos.....	311
Figura 212: Exemplos de atividade envolvendo equipe multidisciplinar do IPD do <i>ParqTec</i>	314
Figura 213: Fluxograma de processos geridos e sequência de atividades de desenvolvimento de produtos adotadas no <i>ParqTec</i>	315
Figura 214: Portfólio do <i>ParqTec</i> de São Carlos.....	315
Figura 215: Imagens externas dos modelos desenvolvidos na <i>Caio Induscar</i>	317
Figura 216: Imagens de detalhes e áreas internas dos veículos da <i>Caio Induscar</i>	318
Figura 217: Setor de Design da <i>Caio Induscar</i>	319
Figura 218: Imagens das unidades do <i>Grupo Latina</i>	320
Figura 219: Linha de montagem da <i>Latina</i>	320
Figura 220: Exemplos de produtos desenvolvidos pela <i>Latina Eletrodomésticos</i>	321
Figura 221: Centro Histórico da <i>Embraer S.A.</i>	323
Figura 222: Centro de RV, Simulador de Voo, Forno Autoclave e Túnel Aerodinâmico.....	323
Figura 223: Vista área da empresa <i>Gnatus</i> em Ribeirão Preto, SP.....	326
Figura 224: Equipe de P&D e de Desenvolvimento de Produtos da <i>Gnatus</i>	327
Figura 225: Atividades de prototipagem, testes, fabricação e linha de montagem do produto.....	328
Figura 226: Exemplos de produtos da <i>Gnatus</i>	328
Figura 227: Talento humano da <i>Gnatus</i>	329
Figura 228: Fachada e interior da sede da <i>Spark design & innovation</i> (Roterdã, Holanda).....	330
Figuras 229: Fachada e interior da filial da <i>Spark design & innovation</i> (Recife, Brasil).....	330
Figura 230: Equipe da <i>Spark design & innovation</i>	331
Figura 231: Atividades dos profissionais da <i>Spark design & innovation</i>	331
Figura 232: Geração de conceitos pelos projetistas da <i>Spark design & innovation</i>	332
Figura 233: Mocapes, Análises Computacionais e Grupos de Trabalho da <i>Spark design & innovation</i>	333
Figura 234: Portfólio da <i>Spark design & innovation</i>	334
Figura 235: Metodologia de trabalho da <i>Df[x] Projetos</i>	335
Figura 236: Portfólio da empresa <i>Df[X] Projetos</i>	337
Figura 237: Alguns exemplos de atividades realizadas durante o Estágio Doutoral no CADEP/FAAC/UNESP.....	342
Figura 238: Representação esquemática de elementos convergentes entre Design Industrial e Engenharias.....	356
Figura 239: Exemplo de distribuição de importância de áreas para empresa em análise.....	357
Figura 240: Tipos de modelos de atuação entre Engenharia e Design Industrial nas empresas.....	359
Figura 241: Modelo de Ensino Projetual para Desenvolvimento Integrado de Produtos.....	363

Figura 242: Modelo Conceitual da Aplicação da ER para a Inovação Tecnológica.....	366
Figura 243: Manutenção de generalismo combinada com especialidade na área projetual.....	369
Figura 244: Proposta de inovação incremental no ensino projetual.....	370
Figura 245: Proposta de inovação radical no ensino projetual.....	371

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Termo Desenho Industrial e equivalências em idiomas.....	38
Quadro 02: Centros de promoção e difusão do design industrial no mundo.....	39
Quadro 03: Depoimentos sobre Projeto de Produto (Design de Produto).....	41
Quadro 04: Evolução da estrutura curricular do Curso da <i>HfG/Ulm</i>	67
Quadro 05: Primeira estrutura curricular do Curso da ESDI.....	70
Quadro 06: Estrutura curricular do Curso de DI/PP da UFPE.....	71
Quadro 07: Estrutura curricular do Curso de DI da UFPB (1979 a 1994).....	74
Quadro 08: Consulta Interativa sobre cursos Desenho Industrial e Design registrados no Sistema E-MEC do Ministério da Educação.....	77
Quadro 09: Estrutura curricular do curso <i>Industrial Design Engineering, Hogeschool Rotterdam</i> (2003).....	78
Quadro 10: Grau de Complexidade Tecnológica.....	92
Quadro 11: Outras formas de interdisciplinaridade.....	95
Quadro 12: Classificação das funções por pensadores projetuais.....	107
Quadro 13: Adoção da ER pela <i>DRM Associates</i>	116
Quadro 14: Compilação de definições sobre a ER.....	120
Quadro 15: Sequência de atividades comparativas entre o DP tradicional e a ER.....	130
Quadro 16: Novas tecnologias no projeto de joias.....	142
Quadro 17: Conjunto de técnicas analíticas utilizadas pelo <i>LABDIER (UFPE/CAA)</i>	146
Quadro 18: Síntese de alguns estudos envolvendo ER.....	146
Quadro 19: Princípios básicos da defesa.....	157
Quadro 20: Caracterização da cópia.....	158
Quadro 21: Panorama da cópia.....	159
Quadro 22: Dispositivos legais excludentes em Propriedade Intelectual.....	165
Quadro 23: Classificação das criações da área projetual.....	165
Quadro 24: Categorização das criações estéticas e técnicas.....	166
Quadro 25: Linha do tempo dos conceitos transferidos à CG.....	175
Quadro 26: Linha do tempo dos primórdios da CG.....	175
Quadro 27: Relação estabelecida entre diversas áreas com a CG.....	177
Quadro 28: Classificação de <i>softwares</i> CAD.....	180
Quadro 29: Conceituação sobre a digitalização 3D.....	184
Quadro 30: Classificação de técnicas de reconstrução 3D.....	187
Quadro 31: Comparação entre as técnicas de reconstrução 3D.....	187
Quadro 32: Modelos de escâneres 3D da <i>GOM</i> e suas características básicas.....	188
Quadro 33: Modelo de escâner 3D da <i>NeoScan</i> e suas características básicas.....	188
Quadro 34: Modelos de escâneres 3D da <i>Steinbichler</i> e suas características básicas.....	189
Quadro 35: Modelos de escâneres 3D da <i>Konica Minolta</i> e suas características básicas.....	189
Quadro 36: Modelo de escâner 3D <i>Kaiomy</i> e suas características básicas.....	189

Quadro 37: Modelos de escâneres 3D <i>Creaform</i> e suas características básicas.....	190
Quadro 38: Modelos de escâneres 3D <i>Artec</i> e suas características básicas.....	191
Quadro 39: Modelos de escâneres 3D <i>Faro</i> e suas características básicas.....	191
Quadro 40: Modelo de escâner 3D <i>Maestro</i> e suas características básicas.....	192
Quadro 41: Modelo de escâner 3D <i>Real View</i> e suas características básicas.....	192
Quadro 42: Modelo de escâner 3D <i>Matterform</i> e suas características básicas.....	192
Quadro 43: Modelo de escâner 3D <i>Makerbot</i> e suas características básicas.....	192
Quadro 44: Modelo de escâner 3D <i>Kinect</i> e suas características básicas.....	192
Quadro 45: Modelo de escâner 3D <i>Apple</i> e suas características básicas.....	193
Quadro 46: Principais características de tecnologias de ARP.....	204
Quadro 47: Modelos da fabricante <i>Stratasys</i> - Tecnologia FDM.....	204
Quadro 48: Modelos da fabricante <i>3D Systems</i> – Tecnologia SLA/SLS.....	205
Quadro 49: Modelos da fabricante <i>Envisiontec</i> – Tecnologia SLA.....	205
Quadro 50: Modelos da fabricante <i>Roland</i> – Tecnologia SRP.....	207
Quadro 51: A equipe de projeto.....	227
Quadro 52: Comparativo entre duas visões de projetistas de produtos industriais.....	229
Quadro 53: Perfil acadêmico e profissional de Design* e Engenharia.....	231
Quadro 54: Perfil e características dos engenheiros e designers industriais.....	232
Quadro 55: Comparação entre experientes e novatos durante a solução de problemas.....	235
Quadro 56: Profissões criativas.....	237
Quadro 57: Profissão criativa do design industrial.....	237
Quadro 58: Etapas de projeto com ER segundo Back et al (2008).....	244
Quadro 59: Tipologia da inovação nas ciências, nas engenharias e no design.....	267
Quadro 60: Estratégias e ferramentas utilizadas no <i>ParqTec</i> de São Carlos.....	268
Quadro 61: Tipos de abordagens norteadoras para classificação da Qualidade.....	272
Quadro 62: Evolução da área da Qualidade.....	273
Quadro 63: Dimensões da Qualidade em Produtos.....	274
Quadro 64: Etapas do processo de gestão de projetos.....	276
Quadro 65: Abordagem comparativa entre conceitos de design e gestão.....	376
Quadro 66: A carreira de <i>designer</i>	278
Quadro 67: Principais características do gerente de produtos.....	279
Quadro 68: Modelo de convergência para design e gestão.....	280
Quadro 69: Síntese dos procedimentos da coleta de dados de campo.....	287
Quadro 70: Síntese das atividades da coleta de dados de campo.....	288
Quadro 71: Equipes interdisciplinares da <i>Robtec</i>	305
Quadro 72: Portfólio de Serviços da <i>RDesign Studio</i>	307
Quadro 73: Principais linhas de programas institucionais do <i>ParqTec</i>	312
Quadro 74: Ações do <i>ParqTec</i> : Desenvolvimento Integrado de Produtos.....	313
Quadro 75: Diretrizes norteadoras da política de qualidade da <i>Embraer</i>	324
Quadro 76: Descrição das unidades da empresa <i>Embraer</i>	324

Quadro 77: Áreas de atuação da empresa <i>Df[X]</i>	336
Quadro 78: Diversas tomadas de mensuração com termômetro a laser (<i>NUCAM</i>).....	339
Quadro 79: Síntese das áreas de atuação das empresas participantes.....	352

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Perfil dos entrevistados na academia.....	343
Gráfico 02: Área de formação no ensino superior dos respondentes.....	344
Gráfico 03: Atuação dos entrevistados na academia.....	345
Gráfico 04: Opinião sobre a desagregação do ensino projetual.....	346
Gráfico 05: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto fora da IES.....	347
Gráfico 06: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto dentro da IES.....	347
Gráfico 07: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto fora da IES com designers industriais ou engenheiros.....	348
Gráfico 08: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto dentro da IES com designers industriais ou engenheiros.....	348
Gráfico 09: Opinião sobre disciplina integradora nos cursos que atuam.....	349
Gráfico 10: Opinião sobre realização de Pesquisa integrada com designers industriais ou engenheiros.....	349
Gráfico 11: Opinião sobre realização de Extensão integrada com designers industriais ou engenheiros.....	350
Gráfico 12: Opinião sobre o conhecimento da ER.....	350
Gráfico 13: Opinião sobre ter usado alguma técnica da ER.....	351

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3DP – Impressão 3D

ABRAIC – Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva

AEG – Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft

APM – Associação para Gerenciamento de Projetos

ARP – Prototipagem Rápida Aditiva

CAD – Projeto Auxiliado ao Computador

CADEP – Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos

CAE – Engenharia Auxiliada ao Computador

CAM – Manufatura Auxiliada ao Computador

CG – Computação Gráfica

CIM – Manufatura Integrada por Computador

CJP – Impressão Jato de Tinta

CNC – Comando Numérico Computadorizado

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

DFA – Projeto para a Montagem

DFD – Projeto para a Desmontagem

DFM – Projeto para a Manufatura

DFMA – Projeto para Manufatura e Montagem

DI – Design Industrial

DIP – Desenvolvimento Integrado de Produtos

DPI – Direito da Propriedade Industrial

DPN – Desenvolvimento de Produtos Novos

EI – Engenharia Inversa

E-MEC – Página Eletrônica do Ministério da Educação e Cultura

ER – Engenharia Reversa

ESDI – Escola Superior de Desenho Industrial

FEA – Análise de Elementos Finitos

FDM – Fusão por Deposição de Material

FISP – Fases Integradoras da Solução de Problemas

FMEA – Análise de Modos e Efeitos de Falha

FTI – Film Transfer Image

GIS – Sistema de Informação Geográfica

HFG – Hochschule für Gestaltung

ICSID – Conselho Internacional das Associações de Desenho Industrial

IDPC – Centro Promotor do Desenho Industrial

IES – Instituição de Ensino Superior

IJP – Impressão Jato de Tinta

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPD – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
IPO RDAM – Curso de Design Industrial e Engenharia de Rotterdam
ISO – Organização Internacional de Normatização
JETRO – Organização Japonesa de Comércio Exterior
JIDA – Associação Japonesa de Desenhistas Industriais
LABDIER – Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa
LC – Ciclo de Vida
LCA – Análise do Ciclo de Vida
LCP – Ciclo de Vida do Produto
LOM – Manufatura de Objetos em Lâminas
MAM – Museu de Arte Moderna
MASP – Museu de Arte de São Paulo
MIT – Massachusetts Institute of Technology
MJM – Impressão MultiJet
NBR – Denominação de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
NUCAM – Núcleo de Conforto Ambiental (Unesp)
NURBS – Non-Uniform Rational B-Splines
OOP – Programação Orientada a Objeto
PARQTEC – Parque Tecnológico de São Carlos
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PDCA – Ciclo PDCA de Deming
PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto
PDIP – Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto
PI – Propriedade Industrial
QFD – Desdobramento da Função Qualidade
RA – Realidade Aumentada
RFP – Prototipagem Rápida por Resfriamento
RM – Manufatura Rápida
RP – Prototipagem Rápida
RT – Molde Rápido
RV – Realidade Virtual
SAGE – Semi-Automatic Ground Environment
SCIP – Sociedade dos Profissionais da Inteligência Competitiva
SL ou SLA – Estereolitografia
SLM – Fusão Seletiva por Laser
SLS – Sinterização Seletiva à Laser
SRP – Prototipagem Rápida Subtrativa
STL – Arquivo com Extensão STL (Estereolitografia)
TQC – Controle Total da Qualidade

TQM – Gerenciamento Total da Qualidade

TRIPS – Acordo Relativo aos Aspectos do Direito da Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio

USPTO – Instituto Norte-Americano de Patentes e Marcas Registradas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	29
1.1 Nota introdutória e de esclarecimento geral	29
1.2 Considerações iniciais	29
1.3 Antecedentes	30
1.4 Delimitação do problema	32
1.4.1 <i>Tese central da pesquisa</i>	33
1.4.2 <i>Hipóteses</i>	33
1.5 Objetivos	33
1.5.1 <i>Objetivo principal</i>	33
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	33
1.6 Metodologia	34
1.6.1 <i>Variáveis</i>	34
1.7 Esquema representativo e de planejamento da estrutura da tese	35
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	36
2.1 Design Industrial	36
2.1.1 <i>Visualizando a área: Conceituação e definição do DI</i>	36
2.1.2 <i>Do surgimento à contemporaneidade: Origens e histórico do DI</i>	42
2.1.2.1 <i>Primeira metade do século XVIII</i>	43
2.1.2.2 <i>Segunda metade do século XVIII</i>	44
2.1.2.3 <i>Primeira metade do século XIX</i>	46
2.1.2.4 <i>Segunda metade do século XIX</i>	48
2.1.2.5 <i>Primeira metade do século XX</i>	49
2.1.2.6 <i>Segunda metade do século XX</i>	54
2.1.2.7 <i>Primeiros anos do século XXI</i>	63
2.1.3 <i>O caso do ensino em design industrial no Brasil</i>	65
2.1.4 <i>As mudanças sofridas na projeção: Evolução do DI</i>	82
2.1.5 <i>Multi, inter e transdisciplinaridade: Desdobramentos do DI</i>	91
2.1.6 <i>Os campos de atuação: Aplicações do DI</i>	102
2.1.6.1 <i>Os usuários</i>	104
2.1.6.2 <i>As necessidades</i>	104
2.1.6.3 <i>Os artefatos e objetos</i>	105
2.1.6.4 <i>As funções dos artefatos</i>	106
2.1.6.5 <i>Os métodos projetuais</i>	107
2.1.6.6 <i>Os requisitos, as exigências e os parâmetros projetuais</i>	108
2.1.6.7 <i>A Contextualização</i>	109
2.1.6.8 <i>Os Sistemas produtivo-tecnológicos</i>	110
2.1.6.9 <i>O Entorno Ambiental</i>	111
2.1.7 <i>Os antigos e os novos campos de atuação do designer industrial</i>	112
2.2 Engenharia Reversa	115

2.2.1 Definição e Conceituação da ER: compreendendo a área.....	115
2.2.2 Historicidade da ER: das origens mais remotas aos tempos atuais.....	120
2.2.3 Evolução da ER: As novas tecnologias na área projetual.....	124
2.2.4 Desdobramentos da ER: A ER Clássica e a High Tech.....	129
2.2.5 Aplicações da ER: áreas tradicionais e inovadoras.....	137
2.2.6 A Engenharia Reversa: aspectos do direito e da propriedade industrial.....	147
2.2.6.1 A ER: a legalidade da prática e do uso das informações.....	148
2.2.6.2 Segredos industriais: a cópia de produtos, de processos e o acesso.....	155
2.2.6.3 Conhecimento público versus conhecimento privado: questões pertinentes.....	160
2.3 As novas tecnologias na área projetual.....	171
2.3.1 A computação gráfica.....	171
2.3.2 Digitalização 3D: a captura da matéria física transformada em virtual.....	183
2.3.3 As tecnologias de Prototipagem Rápida (RP).....	193
2.3.3.1 Tipos de Tecnologias de RP (ARP-Additive Rapid Prototyping).....	196
2.3.3.2 As tecnologias subtrativas de RP (SRP-Subtractive Rapid Prototyping).....	205
2.3.3.3 A tecnologia de Molde Rápido (RT).....	208
2.3.3.4 A Tecnologia de Manufatura Rápida (RM).....	209
2.3.4 A Realidade Virtual e a Aumentada (RV e RA).....	212
2.3.5 A Holografia.....	220
2.4 A convergência entre o design industrial e as engenharias.....	226
2.4.1 A Equipe interdisciplinar.....	226
2.4.2 O Perfil das áreas.....	230
2.4.3 A Solução de problemas projetuais.....	233
2.4.4 O Processo criativo.....	236
2.4.5 A Projetação e o método projetual.....	239
2.4.6 As Funções para produtos e artefatos industriais.....	245
2.4.7 Os Usuários dos produtos e artefatos industriais.....	247
2.4.8 A Investigação empírico-científica.....	248
2.4.9 As Técnicas analíticas de artefatos, de sistemas e de processos.....	250
2.4.10 A Representação bi e tridimensional.....	252
2.4.11 A Documentação técnica do projeto.....	255
2.4.12 A Materialização do conceito.....	257
2.4.13 A Produção da modelagem física e virtual.....	258
2.4.14 A Simulação, os testes e os ensaios.....	260
2.4.15 A Tecnologia, a matéria-prima e a fabricação.....	262
2.4.16 A Inovação tecnológica.....	264
2.4.17 A Proteção legal.....	268
2.4.18 A Qualidade em artefatos industriais, processos e sistemas.....	271
2.4.19 A Gestão de Projetos e Planeamento do Produto.....	275
3. MÉTODOS E MATERIAIS.....	281
3.1 Metodologia e tipos de pesquisas.....	281
3.2 Descrição dos procedimentos e instrumentos metodológicos.....	383

3.3 Estudos de casos	288
3.3.1 Estudos de casos envolvendo atividades integradoras com design industrial e engenharia no meio da academia.....	289
3.3.1.1 O Componente Curricular Análise de Produtos Industriais na UFPE/CAA.....	289
3.3.1.2 O Projeto de Pesquisa Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos.....	291
3.3.1.3 O Laboratório de Design Industrial e de Engenharia Reversa (LABDIER).....	292
3.3.1.4 O Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos (CADEP/FAAC/UNESP).....	293
3.3.1.5 O Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/UNESP/FAAC.....	295
3.3.1.6 A Empresa ProJúnior da Faculdade de Engenharia de Bauru (Unesp).....	297
3.3.1.7 A atividade didático-pedagógica em curso de Design da UNOESC.....	300
3.3.2 Estudos de casos envolvendo atividades integradoras com design industrial e engenharia no setor produtivo e de serviços.....	301
3.3.2.1 A empresa ROBTEC.....	302
3.3.2.2 A agência RDESIGN STUDIO.....	306
3.3.2.3 A instituição PARQTEC SÃO CARLOS.....	310
3.3.2.4 A empresa CAIO INDUSCAR.....	316
3.3.2.5 A empresa LATINA ELETRODOMÉSTICOS.....	319
3.3.2.6 A empresa EMBRAER – S.A.....	321
3.3.2.7 A empresa GNATUS EQUIPAMENTOS MÉDICO-ODONTOLÓGICOS.....	325
3.3.2.8 A empresa SPARK DESIGN AND INNOVATION.....	329
3.3.2.9 A empresa Df[X] PROJETOS.....	334
4. RESULTADOS, INFERÊNCIAS E DISCUSSÕES	338
4.1 Resultados da Revisão Teórica.....	338
4.2 Resultados dos Experimentos Realizados.....	338
4.3 Resultados dos Instrumentos Aplicados.....	343
4.3.1 Resultados dos instrumentos aplicados na academia.....	343
4.3.1.1 Entrevista no meio acadêmico.....	344
4.3.1.2 Questionário no meio acadêmico.....	346
4.3.2 Resultados dos instrumentos aplicados no setor produtivo.....	351
4.3.2.1 Entrevista no setor produtivo.....	351
4.3.2.2 Questionário no setor produtivo.....	354
4.4 Resultados das Observações <i>in loco</i> , Inferências e Discussões.....	355
4.4.1 Aspectos causadores da falta de diálogo entre as engenharias e o DI.....	360
4.4.2 Indicativos para uma maior integração entre as áreas de PDP/DIP na academia.....	362
4.4.3 A Engenharia Reversa como estratégia inovadora e integradora de áreas.....	364
4.4.4 Contribuições adicionais: reformulações curriculares.....	366
5. CONCLUSÃO	372
REFERÊNCIAS	374
APÊNDICES	388

1. INTRODUÇÃO

1.1 Nota introdutória e de esclarecimento geral

Aos leitores e a quem interessar possa: A melhor compreensão e assimilação desse estudo se faz naqueles cujas mentes estejam livres e abertas às inovações, mudanças e quebra de paradigmas, bem como aos espíritos desguarnecidos de posturas pré-concebidas, estereotipagens, visões conformistas, muitas vezes retrógradas, prejudiciais ao avanço do conhecimento científico e à evolução do processo de aprendizagem humana.

O presente estudo não pretende transformar o ensino projetual em tecnicismo; não se apropriou da *Engenharia Reversa (ER)*¹ para fazer apologia às cópias, à pirataria, à falsificação ou qualquer forma de transgressão à ética projetual e de direito autoral adquirido; não pretende incentivar a espionagem industrial nem a aquisição de segredos ou negócios.

Por intermédio da ER vislumbra-se uma maneira de obter novos conhecimentos científicos e de provocar estímulos ao processo criativo, projetual e educacional. Pretende, sim, compreender o processo passado dos agentes envolvidos, as implicações atuantes no presente e onde a área projetual e do desenvolvimento de produtos pode chegar ao futuro. Tal como um “filho” que cresceu, mas precisa “ganhar o mundo” e sair da sombra dos pais; alçar voo buscando novas experiências de vida: o desenvolvimento integrado de produtos, a inovação tecnológica e a ciência lhes aguardam *designers* industriais brasileiros!

1.2 Considerações iniciais

O presente tema de pesquisa, em nível de doutoramento, se insere na área de concentração Desenho do Produto, contemplando a linha de pesquisa Planejamento do Produto, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Design – PPGDESIGN –, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – e da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – FAAC.

Em verdade, resulta da concretização de um convênio firmado entre a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE –, o Centro Acadêmico do Agreste – CAA – e o Curso de Design com a UNESP e o PPGDESIGN da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Esse convênio visa atender a uma demanda do projeto de interiorização do ensino superior público e gratuito do Governo Federal com a implantação do CAA, uma nova unidade da UFPE, localizada na Região Agreste de Pernambuco.

O Curso de Design do CAA foi criado no ano de 2006, e desde então, possuía um enorme percentual de docentes com a titulação em nível de mestrado. O referido Projeto de Doutorado Interinstitucional – DINTER – mantido entre a UFPE e a UNESP selecionou oito projetos de pesquisa de oito docentes do Curso de Design candidatos à seleção de doutorado ao final do ano de 2010. A tese narrada a seguir é fruto de um desses esforços e investimentos do Governo, no âmbito estadual e federal, canalizados para a qualificação do corpo docente do curso de Design, do Centro Acadêmico do Agreste, pertencente à Universidade Federal de Pernambuco.

¹ Optou-se em adotar a sigla ER, em toda a extensão do texto, para evitar repetições ao se referir à Engenharia Reversa.

1.3 Antecedentes

O escopo da referida tese de doutoramento foi sendo construído há algum tempo atrás, devido a diversas inserções com a temática adotada. Portanto, desde a graduação, nos anos iniciais da década de 1990 – no curso de Desenho Industrial/Projeto de Produto (UFPE) – e a pós-graduação, em 1997 – no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (UFSM) – já se realizou atividades sejam elas associadas ao ensino, à pesquisa ou à extensão, que de um modo ou de outro estabeleceu conexões com o design industrial, as engenharias, especialmente, a engenharia de produção, do desenvolvimento de produto industrial e a essência da ER, uma vez que a investigação sobre os materiais e processos de fabricação e a projeção² de produtos e de artefatos industriais sempre foram a tônica que nortearam os delineamentos das atividades acadêmico-profissionais do doutorando.

A partir do ano de 2006, fez-se integrante do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Ministério da Educação (MEC), de onde se adquiriu conhecimentos sobre os perfis e estruturas curriculares, diretrizes educacionais do MEC, dentre outros assuntos correlatos, principalmente, na área do Design.

Portanto, escrever e refletir sobre ER não parece ser uma tarefa das mais simples. Talvez para os profissionais das Ciências Exatas e demais áreas tecnológicas, dentre elas, as Engenharias, esta reflexão pode ser uma prática do cotidiano; mas quando essa temática é assunto de áreas do conhecimento humano mais distante, como é o caso das Ciências Sociais Aplicadas, em particular do Design Industrial³ o caminho para a compreensão dos fenômenos que perpassam as estratégias de ER pode ser bastante tortuoso. Entretanto, a correlação que se pode obter entre a produção material de uma sociedade, já que esta depende intrinsecamente do conjunto de técnicas e da tecnologia presente e a forte dependência com a projeção, parece ser deveras estimulante.

A situação se agrava quando se depara com a pouca publicação no idioma português, com exceção de algumas dissertações de mestrado e teses de doutorado resultantes de Programas de Pós-Graduação, de artigos científicos oriundos de congressos e de outras produções textuais e relatos de pesquisadores nas áreas correlatas. Normalmente, encontram-se mais facilmente publicações, principalmente livros sobre ER, em outros idiomas, algo que se confirmou durante o doutoramento.

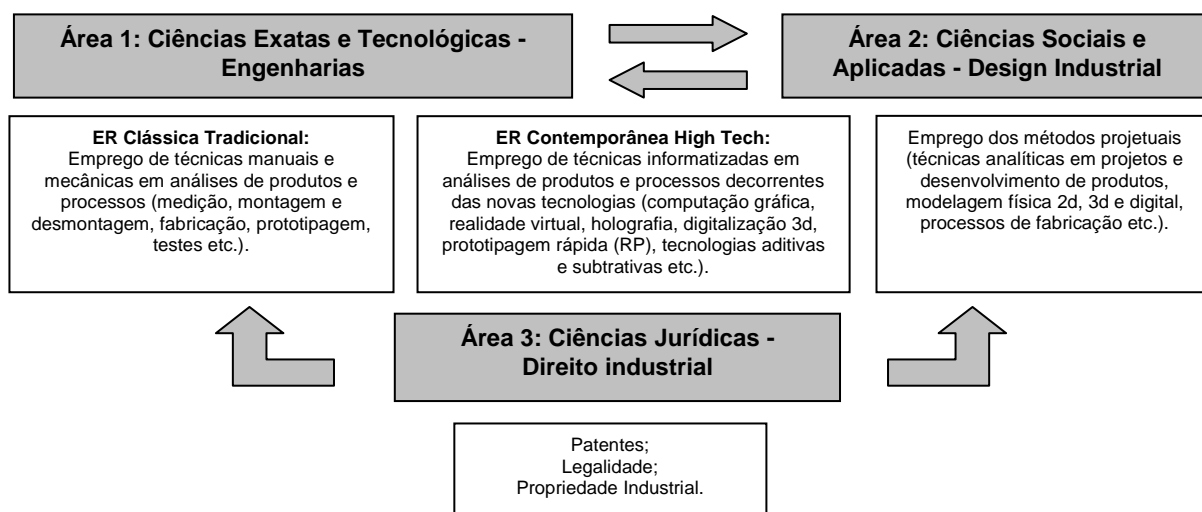
Por fim, acredita-se que os estudos envolvendo a ER devam integrar não somente as técnicas analíticas de produtos e de processos, mas também das matérias-primas. Os materiais não devem estar dissociados das análises envolvendo os processos de transformação, e, por conseguinte, dos artefatos industriais resultantes da projeção. Nesse sentido, os três vértices (materiais, processos e produtos) devem fazer parte de um escopo de pesquisa de forma integrada, pois cada um deles causa interferência nos demais, direta ou indiretamente. Para, além disso,

² Projeção: Refere-se ao ato de projetar; termo bastante empregado na área projetual e de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais.

³ Optou-se em mencionar, por extenso, a expressão *design industrial*, sem a sua abreviação “DI” para não incorrer em confusão com a abreviatura de Direito Industrial (DI) também bastante usada nesse estudo.

estudar ER força-se a conhecer e descobrir os limites, as potencialidades e as fronteiras legais do que se pode ou não se pode fazer com a ER, conforme a Figura 01.

Figura 01: Esquema representativo da estruturação da tese.



Fonte: o autor

A área do design industrial, especialmente a de projeto de produtos – anteriormente denominada, em português, de desenho industrial – e, atualmente, nomeado por design de produtos, por sua vez, ao se constituir o universo da formação do doutorando, configura-se por ser o “terreno” de maior domínio de seu conhecimento uma vez que a historicidade mundial e no Brasil, sua evolução e desdobramentos, suas vertentes teóricas e práticas metodológicas perfazem campos de reflexões, investigações e questionamentos dos quais alguns se têm já publicado, além da própria produção de desenhos, concepções e projetos para uma cultura material de artefatos.

Percebe-se que a inserção do design industrial no Brasil aconteceu de modo bastante distinto de países tidos como industrializados. As políticas e estratégias adotadas pelo Governo Federal, nas décadas de 1960 e 1970, parecem não ter favorecido a ascensão do design industrial. O reflexo disto é que o ensino de design industrial, mesmo tendo se passado cerca de meio século, desde suas origens, tem desencadeado a formação e preparação de inúmeros designers industriais, com exceções obviamente, desconectadas do parque tecnológico nacional e da realidade industrial no país.

O fato de ter sido implantado geralmente em centros educacionais e universitários distantes das engenharias, por exemplo, tem ocasionado um abismo e uma falta de percepção e aproximação com todas as questões de âmbito tecnológicas, inovadoras e científicas. Normalmente, esta aproximação ocorre, no Brasil, apenas no ensino da pós-graduação algo que não favorece a grande quantidade de material humano egresso dos cursos de design industrial.

Sabe-se, por exemplo, que países industrializados, ou demais casos de nações que adotaram estratégias diferentes de ensino como é o caso da Holanda, ilustrado, por exemplo, nesse estudo, costumam formar profissionais no nível da graduação de design industrial com forte aproximação e convívio com as engenharias e outras ciências voltadas à inovação tecnológica.

Por esse, motivo essa tese tenta demonstrar a possibilidade do ensino da graduação de design industrial, voltados ao projeto de produtos no Brasil, pode se aproximar das engenharias e de outras áreas focadas em inovação tecnológica, sem perder sua essência, adotando-se, por exemplo, estratégias pedagógicas, experimentais e laboratoriais onde o objeto de estudo, no caso a concepção de artefatos industriais, possa passar por um processo criativo e investigativo tanto no plano qualitativo quanto de cunho quantitativo; que o processo de desenho projetual se configure não somente com investigações empíricas, subjetivas ou de percepções analíticas sensoriais, mas, sobretudo, se complemente com processos investigativos mais precisos onde instrumentos, máquinas ou equipamentos tecnológicos corroborem para que as técnicas analíticas reflitam em maior grau de notoriedade e respaldo científico além de descobertas imprescindíveis à projeção dos produtos com qualidade.

Portanto, a ambição maior dessa tese de doutorado foi realizar um estudo aprofundado da ER (conceituação, historicidade, desdobramentos, aplicações e transformações) com o intuito de gerar subsídios para a atividade do design industrial, particularmente no que tange aos métodos e à projeção de produtos, seja no ensino, quer seja na atividade profissional.

Propositadamente, o foco do trabalho não esteve delimitado para apenas algum segmento industrial, por exemplo, o de mobiliário, ou outro qualquer, e, sim, permitir que em qualquer segmento industrial se possa adotar a metodologia da ER – parcialmente ou em sua totalidade – para o enriquecimento dos dados e de reprojeto ou de redesenho de produtos. Dizendo de outro modo, que o resultado metodológico construído ao final da tese seja passível de aplicação em qualquer tipo de segmento industrial ou de projeto e desenvolvimento de produtos industriais.

Acredita-se que ao adotar essa abordagem ao ensino de design industrial haverá uma preparação mais completa desse futuro profissional, cujas experiências acadêmicas, poderão passar, no mínimo, pela interdisciplinaridade, equipes multidisciplinares com a atuação conjunta e próxima dos engenheiros, além do maior domínio e aprendizagem em aspectos referentes à tecnologia e instrumentação técnico-mercado.

Outra questão agravante diz respeito ao descrédito do design industrial diante das engenharias. Isto se deu devido a vários fatores que vão desde a própria história até a trajetória do design industrial no país. Alia-se a isto a falta de informação ou a visão deturpada e equivocada do design industrial, obviamente, por parte de alguns profissionais das engenharias. Desse modo, avilta-se que ao aproximar a área do design industrial com as engenharias dirimirá os “ruídos de comunicação”, fortalecerá a área projetual, quer seja na academia, seja no setor produtivo, bem como produzirá ganhos à qualidade dos produtos e dos processos industriais.

1.4 Delimitação do problema

O problema abordado nesta pesquisa é: De que maneira a ER, com todo seu arcabouço metodológico teórico-científico, pode contribuir com a integração entre as engenharias e o design industrial durante a projeção de produtos e de artefatos industriais na academia e no setor produtivo?

1.4.1 Tese central da pesquisa

Acredita-se, portanto, que a relevância e originalidade da tese encontram-se na contribuição que a ER pode desencadear para a integração das áreas associadas com inovação tecnológica, como é o caso do Direito Industrial e das Engenharias, mas principalmente, quanto ao enriquecimento e ganho da atividade profissional e de ensino em Design Industrial integrada às demais áreas supracitadas.

1.4.2 Hipóteses

Após anos de envolvimento com estudos sobre a produção material, no âmbito do design industrial, várias hipóteses foram construídas sem a obtenção de respostas conclusivas acerca do assunto que ora se apresenta. Algumas dessas hipóteses foram relatadas a seguir demonstrando a relevância da comprovação de tais predições:

- A ER possui instrumentação técnica e metodológica integradora de áreas;
- As técnicas e estratégias da ER são válidas e pertinentes para o projeto de produtos e artefatos industriais por parte da atividade do design industrial;
- No Brasil, é possível distintas áreas atuarem durante o desenvolvimento de produtos e artefatos industriais de modo mais integrado e interdisciplinarmente.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo principal

Por objetivo geral se pode destacar:

- Estudar a ER como um instrumento metodológico que possibilite a integração entre as áreas responsáveis pelo projeto e desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais – engenharias e o design industrial – nos setores produtivos, mas principalmente no meio acadêmico.

1.5.2 Objetivos específicos

Com relação aos objetivos específicos se pode enumerar:

- Investigar na literatura e em campo junto aos setores produtivos e educacionais casos com ER;
- Pesquisar os tipos de técnicas e tecnologias passíveis de adoção pela ER;
- Apresentar estudos de casos, na academia e no setor produtivo, passíveis de integração entre as engenharias e o design industrial;
- Propor um modelo conceitual de trabalho voltado ao desenvolvimento de produtos por intermédio do Design Industrial com contribuições advindas da ER;
- Atestar a possibilidade da integração de áreas envolvidas com o desenvolvimento de produtos durante o processo educacional;
- Investigar as implicações legais, ou seja, aquilo que é permitido legalmente e o que não se pode fazer com ER, mas que tangenciam a sua prática no setor industrial;
- Discutir e retomar estratégias de interdisciplinaridade entre áreas;

- Averiguar em torno da discussão sobre o uso da ER e a controvérsia no âmbito da sua legalidade;
- Compreender como ocorreu a passagem da ER clássica e tradicional caracterizada mecanicamente para a ER informatizada;
- Constatar quais as contribuições efetivas da ER para a atividade do design industrial;
- Validar um conjunto de técnicas analíticas advindas da ER incorporadas aos métodos projetuais na atividade de Design Industrial.

1.6 Metodologia

A metodologia desse trabalho se caracteriza por ser de cunho dialético (Marconi; Lakatos, 2004) e de natureza exploratória, essencialmente qualitativa, do tipo mista (Creswell, 2007); com adoção de estudo de casos múltiplos (Yin, 2003), de base teórica e de campo - visitas técnicas, contendo aplicação de entrevistas e questionários no meio acadêmico e no setor empresarial; além da compilação de dados documentais, históricos, metodológicos, experimentais ou de abordagem tecnológica e aplicada relativos à origem, evolução e transformação do Design Industrial e das Engenharias, especificamente, da ER, em momentos e contextos distintos. Os materiais e métodos foram descritos minuciosamente no Capítulo 3 do estudo.

1.6.1 Variáveis

Dentre as variáveis norteadoras do trabalho investigativo que se propôs se podem enfatizar as de caráter *projetual*, *científica* e *tecnológica* as quais implicam respectivamente:

a) *Projetual* – entende-se por aspectos projetuais aqueles que influenciam no ato de projetar produtos contemplados, principalmente, pela aplicação de micro e macroestruturas de métodos projetuais reconhecidos cientificamente no seio do design industrial e das engenharias;

b) *Científica* – compreendem-se por aspectos científicos aqueles provenientes do conjunto organizado de conhecimentos sobre determinado objeto de estudo, em especial aqueles obtidos mediante o estudo sistematizado das técnicas analíticas em produtos por intermédio da atividade do design industrial, das engenharias e da ER;

c) *Tecnológica* – entende-se por aspectos tecnológicos aqueles que pertençam à cadeia produtiva e tecnológica, por exemplo, da matéria-prima, dos processos, da mão de obra, da infraestrutura e das inovações e avanços tecnológicos adotados durante a projeção e produção dos produtos industriais.

Portanto, foram adotadas tais variáveis sistematizadas em um método de trabalho investigativo e reflexivo outrora proposto.

O primeiro capítulo tratou da **Introdução** ao estudo contendo antecedentes, objetivos, justificativa, problemática, tese central da pesquisa, hipóteses, metodologia e variáveis os quais serviram de estruturação inicial e subsídios à escolha do tema em questão.

O segundo capítulo dedicado à **Fundamentação Teórica** deteve-se à fundamentação e revisão teórica dos assuntos pertinentes e correlatos à tese. Foram abordados e investigados, na literatura direta e indireta, quatro itens importantes à compreensão da problemática, a saber: i) o

design industrial; ii) a engenharia reversa; iii) as novas tecnologias; e, iv) a convergência entre o design industrial e as engenharias.

O terceiro capítulo constante dos **Métodos e Materiais** dedicou-se ao enquadramento da tese em termos de métodos e pesquisa científica adotada além da explanação dos instrumentos de pesquisa e de coleta de dados eleitos para a realização do estudo de campo. Neste mesmo capítulo foi adotada a narrativa de alguns *Estudos de casos múltiplos* passíveis de integração entre engenharias e design industrial, incluindo técnicas e métodos de ER, durante o desenvolvimento e projeto de produtos na academia e no setor produtivo e de serviços.

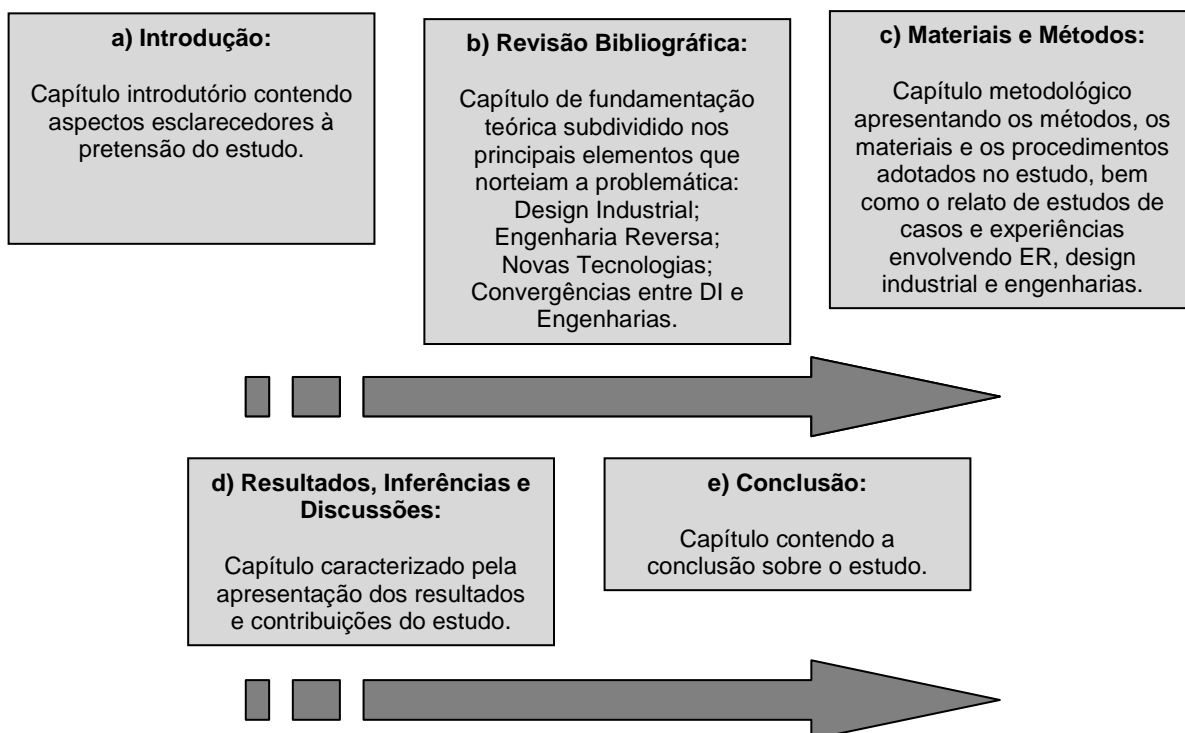
O quarto capítulo refere-se aos **Resultados, Inferências e Discussões** acerca dos instrumentos de coleta de dados durante a revisão na literatura e estudo de campo – aplicação de questionários e entrevistas – na academia e no setor produtivo e de serviços.

O quinto e último capítulo trata da **Conclusão** do estudo.

1.7 Esquema representativo e de planejamento da estrutura da tese

Durante a fase inicial de reuniões de orientação, supervisão e planejamento do estudo, uma representação esquemática, conforme mostra a Figura 02, fez-se pertinente para a compreensão lógica e estrutural da tese entre os envolvidos.

Figura 02: Representação capitular da tese.



Fonte: o autor

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Design Industrial

Durante o processo de industrialização das nações algumas áreas do conhecimento humano parecem ter ganhado maior espaço e notoriedade. Isso se deve ao fato dos novos sistemas de produção industrial seriada se utilizarem dos avanços e conhecimentos científicos obtidos entre os séculos XVII, XVIII e XIX. Dentre elas podemos mencionar: i) a gestão, o gerenciamento, o marketing, a publicidade, e a administração nas organizações; ii) as engenharias – industrial, do produto, de produção e a reversa; e, iii) o design industrial, em especial, voltado ao projeto e desenvolvimento de produtos e artefatos industriais⁴. Ou seja, aquelas áreas com alguma relação aos sistemas de produção e de fabricação ou à nova tecnologia da fonte energética a vapor em ascensão, por exemplo, tiveram seu *status quo* e estado da arte alterada.

No caso do design industrial algumas vertentes vinculam suas origens com o período durante e após a Revolução Industrial da Grã-Bretanha. Outros teóricos, acreditando que esse período foi bastante incipiente preferem relacionar esse surgimento ao final do século XIX e início do século XX com o advento do *Arts and Crafts*, com o *Art Nouveau* e, dando seguimento, aos Movimentos de Vanguarda. Outra relação do surgimento do design industrial, melhor sistematizado e estruturado, é atribuída ao período da inserção da *Bauhaus* no cenário do ensino mundial. Há, ainda, outros teóricos que demonstram que não houve uma padronização mundial dos desdobramentos do design industrial. E que essa área teve períodos e estágios bastante diversificados entre as nações mundiais. Em verdade, podemos entender, na atualidade, as diferentes posições como sendo parte de um processo evolutivo e natural da área sofrendo estágios que vão desde o surgimento e a introdução, passando pela evolução e desdobramentos até o estabelecimento teórico, prático, filosófico e metodológico da sua atuação nos diferentes contextos, nos espaços geográficos e temporais bem como parte integrante dos processos sócio-econômico-culturais de cada nação.

Este tópico tratou de evidenciar e trazer à tona algumas reflexões de aspectos inerentes ao processo evolutivo do design industrial no Brasil e no mundo.

2.1.1 Visualizando a área: Conceituação e definição do DI

Inicialmente, optou-se por esclarecer que esse estudo refere-se, prioritariamente, ao Design Industrial, do inglês *Industrial Design* e, não a área do *Design*, em seu generalismo pleno. Esse esclarecimento se faz pertinente porque o *design*, atualmente como tem sido compreendido abarca muitas outras áreas que não são campos de atuação do designer industrial, como é o caso do artesanato, das novas mídias gráficas digitais voltadas ao projeto de sistema digital para a rede mundial de computadores (*internet*), do estilismo, da decoração, da cenografia ou interiores, entre outras; embora, o designer industrial também desenvolva durante sua formação profissional competências, habilidades e qualidades para produzir, eventualmente, projetos de artefatos industriais com alguma ligação nas áreas supracitadas, por exemplo, qualquer artefato ou sistema de

⁴ Optou-se, durante a extensão da narrativa do estudo adotar a expressão “artefatos industriais” quando se referir ao resultado da projeção do designer industrial. Nos momentos em que aparece o termo “produto” em vez de artefatos industriais se deve à manutenção da ideia extraída de demais autores citados.

objetos tangíveis para atingir aquelas finalidades, mesmo que se configure em produção unitária ou limitada.

Bomfim (1978), ao fazer alusão à citação empregada de Papanek relacionando design a praticamente todas as atividades humanas, conclui:

Ora, segundo Papanek, design pode ser tantas coisas, que o próprio conceito se torna nulo, tamanha a sua abrangência. No nosso caso, interessa apenas o termo industrial design, que limita a priori essa atividade ao campo dos produtos industrializados, e em série. BOMFIM (1978, p.59)

Outro aspecto esclarecedor diz respeito ao fato desse estudo não priorizar a etimologia do termo nem dar vazão a discussões aprofundadas acerca do uso do termo em inglês em detrimento ao do português e vice-versa. Essa é uma questão que foge do escopo desse estudo e que outros pesquisadores ou, já o fizeram, ou, continuarão a fazê-la durante estudos futuros com grande propriedade, vide Gomes (1994, 1996, 1997 e 1998), além de várias outras publicações, dentre outros autores. Acredita-se que a adoção pelo termo *design*, no Brasil, em substituição ao termo Desenho Industrial tenha sido precipitada e trouxe implicações e prejuízos para quem faz, vive, “transpira” ou atua profissionalmente com design industrial, com projetos de artefatos industriais ou para aqueles que preferirem, com *design* de produtos.

Schneider (2010) mostra que a rediscussão do emprego e as implicações do termo *design* na Alemanha e na França também estão sendo aflorados. Por exemplo, Bonsiepe citado por Schneider (2010), propõe para a Alemanha os termos *Entwerfen* (projeto) e *EntwerferIn* (projetista), enquanto, na França, Findeli propõe, respectivamente, *Projet* e *Projecteur*.

Para finalizar a questão da banalização do emprego do termo *design* no Brasil, Bonsiepe (2011) foi categórico:

O uso do termo causou e causa até hoje certa resistência, que não se pode atribuir a um purismo linguístico. Inicialmente, *design* associava-se às atividades projetuais. Contudo, a partir da década de 1990, foi perdendo o seu significado original e adquirindo outras conotações, como o divertido (*fun design*), caro, superficial, extravagante, efêmero, caprichoso e emotivo. Associou-se a moda, festas e eventos midiáticos. Perdeu rigor e transformou-se em termo curinga, não contribuindo para consolidar a profissão dos projetistas de produtos e dos programadores visuais. BONSIEPE (2011, p.13)

O Quadro 01 demonstra que várias nações possuem, mantêm ou adotam termos originais dos seus respectivos idiomas o que desqualifica a tese de que o termo *design* seja universal ou “caminha” para isso como argumentam os adeptos do emprego do termo anglicista.

Quadro 01: Termo Desenho Industrial e equivalências em idiomas.

Termo em Português	País ou Nação (Idioma)	Termo Equivalente
Desenho Industrial	Espanhol	<i>Diseño Industrial*</i>
	Inglês	<i>Industrial Design*</i>
	Alemão	<i>Produktgestaltung ou industrielle Formgebung*; Industrie-Design**</i>
	Francês	<i>Esthétique Industrielle*</i>
	Italiano	<i>Disegno Industriale*</i>
	Russo	<i>Tecnicheskaja Estetika*; Промышленный дизайн**</i>
	Malaio/Indonésio	<i>Reka Bentuk Perindustrian**</i>
	Africâner	<i>Industriële Ontwerp**</i>
	Albanês	<i>Dizajnit Industrial**</i>
	Azerbaijano	<i>Sənaye Dizayn**</i>
	Catalão	<i>Disseny Industrial</i>
	Crioulo haitiano	<i>Endistriyèl Design**</i>
	Croata	<i>Industrijski Dizajn**</i>
	Dinamarquês	<i>Industriel Design**</i>
	Eslovaco	<i>Priemyselný Dizajn**</i>
	Esloveno	<i>Industrijsko Oblikovanje**</i>
	Esperanto	<i>Industria Dezajno**</i>
	Estoniano	<i>Tööstusdisaini**</i>
	Finlandês	<i>Teollinen Muotoilu**</i>
	Galego	<i>Disseny Industrial</i>
	Galês	<i>Dylunio Diwydiannol**</i>
	Holandês	<i>Industrieel Ontwerpen**</i>
	Indonésio	<i>Industri Desain**</i>
	Islandês	<i>Industrial Design**</i>
	Letão	<i>Rūpnieciskais Dizains**</i>
	Lituano	<i>Pramoninis Dizainas**</i>
	Maltês	<i>Reka Bentuk Perindustrian**</i>
	Norueguês	<i>Industrial Design**</i>
	Polonês	<i>Wzornictwo Przemysłowe**</i>
	Romeno	<i>Design Industrial**</i>
Sueco	<i>Industriell Formgivning**</i>	

*Adaptado de Maldonado (1993); **Adaptado de Google Tradutor.

O Conselho Internacional das Associações de Desenho Industrial (ICSID) apresenta uma definição da área do design industrial, formulada no final da década de 1960, por Tomás Maldonado, mas atualizada nos últimos tempos como sendo:

É uma atividade criativa cujo objetivo é determinar as qualidades formais dos objetos produzidos pela indústria. Estas qualidades formais não são apenas as características exteriores, mas principalmente aquelas relações funcionais e estruturais que convertem um sistema para uma unidade coerente tanto do ponto de vista do produtor e do usuário. *Design* industrial se estende para abraçar todos os aspectos do ambiente humano, que são condicionadas pela produção industrial, ICSID. Disponível em <http://www.icsid.org>

O design industrial teve, e continua tendo, tamanha relevância para as nações industrializadas, em processo de industrialização ou que entendiam que o design industrial tem forte poder de inovação científica e competitividade tecnológica, algo que Puerto (1999) produziu no

Quadro 02, embora desatualizado, mas salientava alguns países e suas principais entidades responsáveis pelo desenvolvimento de programas e ações na área.

Quadro 02: Centros de promoção e difusão do design industrial no mundo.

País	Entidade	Programas
Canadá	<i>National Design Council</i>	Consultoria: Design Industrial
China (Taiwan)	<i>Industrial Design Promotion Center China External Trade Development Council</i>	Consultoria: Design Industrial/Embalagem
Dinamarca	<i>Danish Design Council</i>	Consultoria: Design Industrial/Embalagem
R.F.A. (Alemanha Ocidental)	<i>Design Center Stuttgart</i>	Consultoria: Design Industrial
R.D.A. (Alemanha Oriental)	<i>Internationales Design Zentrum Berlin</i>	Treinamento em Design: Design, Marketing, Gestão e Industrialização
Japão	<i>Japan Industrial Design Promotion Organization</i>	Treinamento em Design: Design Industrial, Design Industrial e de Embalagem
Coréia	<i>Korea Design & Packaging Design Center</i>	Pesquisa em Design: Design Industrial
Holanda	<i>Industrial Design Foundation the Netherlands</i>	Consultoria: Design Industrial
Nova Zelândia	<i>New Zealand Industrial Design Council</i>	Consultoria: Design Industrial
Espanha	<i>Barcelona Design Center</i>	Treinamento em Design e Consultoria
Inglaterra	<i>The Design Council</i>	Consultoria: Design Industrial
USA	<i>Design Management Institute</i>	Pesquisa e Treinamento: Design Industrial
	<i>Industrial Designers Society of America</i>	Consultoria: Design Industrial
Iugoslávia	<i>Secretariat to Biennial of Industrial Design</i>	Treinamento em Design: Design Industrial
Noruega	<i>Norwegian Design Council</i>	Treinamento em Design: Design Industrial
África do Sul	<i>Design Institute</i>	Treinamento em Design: Design Industrial

Fonte: Puerto (1999).

Para Maldonado (1993), geralmente, compreende-se por design industrial a projeção de artefatos fabricados industrialmente por intermédio de máquinas e de modo seriado, cuja função principal consiste na projeção da forma de um produto, onde projetar a forma significa a coordenação, a integração e articulação de todos os fatores participantes do processo constitutivo da forma do artefato. Este autor atribuiu relação aos aspectos de uso, fruição ou de consumo individual ou coletivo (social) atrelados aos fatores funcionais, simbólicos ou culturais quanto àqueles aspectos de produção denominados de fatores técnicos e econômicos tais como *técnicos sistêmico-constructivos*, *técnico-produtivos* e *técnico-distributivos*.

Parafrazeando Redig (1977), ao apresentar uma das definições de design industrial bastante usada em língua portuguesa já entendia àquela época o design industrial como a equação concomitante de vários fatores tais como ergonômicos, de percepção, antropológicos, tecnológicos, econômicos, ecológicos, dentre outros, a serem adotados na projeção de elementos e estruturas físicas inerentes ao bem-estar físico e psicológico dos seres humanos.

Gonçalves (1981) considera o design industrial como uma atividade meramente de cunho projetual capaz de determinar a produção seriada dos objetos por intermédio de processos de planejamentos, de ordenações e de racionalização industrial. Nesse sentido, este autor estabelece uma estreita relação entre os conceitos de indústria, tecnologia e ciência quando afirma que a aplicação produtiva da ciência pela indústria se dá por intermédio das máquinas as quais são instrumentos da tecnologia. Assim, para este autor, o produto ou artefato concebido pelos designers

industriais resulta de uma transformação da matéria-prima, por intermédio de processos produtivos e tecnológicos, a partir de conhecimentos técnicos e científicos, previamente, planejado, ordenado e racionalizado.

Dorfles (1989) menciona que um objeto para ser enquadrado como concepção atribuída ao design industrial é necessário preencher os seguintes requisitos básicos: i) *fabricação em série*; ii) *produção mecânica*; e, iii) *presença de valor estético*. Sob esse aspecto Este autor aponta que há a possibilidade do grupo da *pequena* ou *pequeníssima série* cujos exemplares podem ser poucas dezenas de unidades ou até mesmo poucas unidades; nesse grupo podem estar presentes os aviões, “as locomotivas, os navios de carga, os submarinos, as máquinas calculadoras electrónicas gigantes, os electroencefalógrafos e demais instrumentos de alta precisão e de escassa difusão”, Dorfles (1989, p.29-30). O outro grupo, conhecido por *grandíssima série*, contempla a grande maioria dos casos dos objetos onde podem atingir milhares ou centenas de milhares de exemplares idênticos ao protótipo tais como as louças, os eletrodomésticos, os recipientes, os talheres, os brinquedos dentre outros (Idem).

Schulmann (1994), por outro lado, esclarece bastante quando assevera que o design industrial “é um instrumento que permite prevenir, minimizando os riscos”, (1994, p.9); ou, quando afirma que seja um “método, que deve, por natureza, adaptar-se às evoluções sociais e econômicas”, (Idem); e, que, em algum determinado momento, “a maioria dos produtos que nos acompanha em nossa vida diária foi objeto de um estudo de desenho industrial”, (Ibidem).

Para Löbach (2001) entende-se por design industrial “toda atividade que tende a transformar em produto industrial passível de fabricação, as ideias para a satisfação de determinadas necessidades de um indivíduo ou grupo”, Löbach (2001, p.17). Desse modo, complementa que é “um processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários”, Löbach (2001, p.21).

Outra compreensão acerca do termo design industrial Bürdek (2010) atribui a sua utilização pela primeira vez a *Mart Stam*, em 1948: “*Stam* entendia por projetista industrial aquele que se dedicasse, em qualquer campo, na indústria especialmente, à configuração de novos materiais”, Bürdek (2010, p.15).

Schneider (2010) define o design industrial também conhecido por *design de produto* por se constituir um processo extremamente complexo, integrante de uma empresa, “hierarquicamente estruturado, de desenvolvimento criativo organizatório de produtos, desde o planejamento, passando pelo projeto, até atingir a fase em que eles estão prontos para ser produzido em série”, Schneider (2010, p.204). Segundo este autor pode abranger desde produtos de consumo, do ramo da medicina e até de armamentos.

Outros pensadores do design industrial situam essa área no campo da tecnologia como é o caso de Gay e Samar (2007):

Esta nueva actividad profesional el Diseño Industrial, si bien está enmarcada por la estética, no pertenece al campo del arte, sino de la tecnología, su actividad no consiste (como sucedía antes) em embellecer los productos agregándoles ornamentos que nada tienen que ver con su funcionalidad, sino más bien en lograr una unidad entre tecnología y

estética en la misma etapa de concepción del producto, para lograr que el objeto, además de ser funcional, sea agradable a la vista. GAY e SAMAR (2007, p.11)

Manzini e Vezzoli (2002) esclarecem que a expressão design industrial não pode sofrer interpretações reducionistas, atribuídas a ela apenas um significado de produto físico – o material, a forma e a função. Essa interpretação foi adotada por muitos para justificar a substituição de desenho industrial por *design*. Para o autor, deve ser compreendida na sua digna plenitude e atualidade, ou seja, um “*sistema-produto*”, “isto é, ao conjunto integrado de produto, serviço e comunicação com que as empresas se apresentam ao mercado”, Manzini e Vezzoli (2002, p.19).

Cunha (2002) citando a definição de *Karim Rashid* afirma que:

Design Industrial é um ato criativo, um ato político, um ato físico, e um processo socialmente interativo que é maior que a própria forma física. Seu resultado é manifestado em formas estéticas; seu conteúdo é inspirado por todas as possibilidades de nossas condições contemporâneas. CUNHA (2002, p.17)

Hannah (2004) compilou em sua publicação alguns depoimentos sobre a conceituação da expressão *projeto de produto*, os quais foram transplantados para o Quadro 03 a seguir:

Quadro 03: Depoimentos sobre Projeto de Produto (Design de Produto).

	Conceituação	Depoimentos
O que é Projeto de Produto?	“É o desenvolvimento de novas idéias para tornar os produtos mais fáceis de se usar, mais atraentes aos olhos, e mais eficiente para a fabricação”.	<i>Paul Metaxatos - Design</i>
	“É a fusão perfeita do modo como um produto funciona com a sua aparência”.	<i>Joel Delman, 20-20 design</i>
	“Qualquer produto está em constante mudança. Mas, para mim, é o processo da apresentação de algo (solução), utilizando os recursos dos outros (fabricante/cliente) para proporcionar algum benefício a alguém (usuário)”.	<i>Tad Toulis, Motorola.</i>
	“Atualmente, eu o descreveria como o projeto de produtos, de sistemas e de experiências que tornam a vida dos usuários mais produtiva, saudável e feliz. Se você comparar essa definição à resposta de Henry Dreyfuss a uma pergunta semelhante na década de 1950, é praticamente a mesma”.	<i>Ron Kemnitzer, Design Kemnitzer.</i>
	“O projeto do produto não começa com um esboço. Para mim, começa com a identificação de uma necessidade. A necessidade deve ser real, e não um problema imaginário que alguém pode ter. Eu não posso pensar em produto sem pensar no mercado. Se eu não consigo descobrir como comercializá-lo, eu abandono a idéia desde o início. Então, eu considero a tecnologia adequada, os testes, as coisas normais que todos nós fazemos, etc. Eu o provoço até o fim. Quando tudo está concluído, a solução deve continuar a tradição de <i>fazer mais com menos</i> .”	<i>Craig Vetter, Design Vetter.</i>
	“Basicamente, o desenho industrial é a profissão que projeta produtos - mas nós fazemos muito mais. Porém, no futuro, o desenho industrial abordará menos sobre um simples produto e mais sobre facilitar a comunicação entre o usuário e o produtor. Em outras palavras, somos talentosos tradutores”.	<i>Tucker Viemeister, Springtime.</i>
	“É a concepção e a criação dos instrumentos da vida diária”.	<i>Patricia Moore.</i>
	“É a atribuição de uma lista de requisitos para um produto manufaturado. Esta atribuição é a interpretação do projetista às metas e parâmetros definidos pelo cliente e relativos ao meio ambiente”.	<i>Trevor Combs, Super Innovative Concepts.</i>
	“É o processo de identificar, definir, resolver, inventando e moldando soluções físicas para os problemas da vida”.	<i>Peter Bressler, Bressler Group.</i>
	“É o ciclo do projeto inteiro - vai do início ao fim do ato de projetar e desenvolver os produtos. Fazê-lo, pouco a pouco, por intermédio de uma série de diferentes produtos, processos, materiais, e assim por diante”.	<i>André Grasso, Index Industrial Design.</i>

“É dar forma, razão e personalidade ao inanimado”.

*George Schmidt,
George Schmidt
Design.*

Fonte: Adaptação de Hannah (2004).

Como se pôde verificar há uma vastidão de definições e conceituações sobre o design industrial ou a respeito do projeto de artefatos industriais. Algumas nasceram no seio da tecnologia, outras têm um perfil mais social ou de cunho gerencial. Enfim, as tentativas de definições e conceituações acerca da expressão são muitas, porém reflete a visão sob essa área por olhares distintos, algo que não corresponde a erros e distorções, mas, sobretudo por enfoques particulares, talvez complementares, e específicos de contextos ou perfis daqueles pensadores sobre o design industrial.

Definir, conceituar ou compreender o design industrial daqui a um século à frente, por exemplo, certamente, terá novos elementos característicos que a sociedade não os possui com clareza ou não os desenvolveu ainda até o presente momento. Aspectos como as necessidades permanecerão sob outro foco ou níveis de importância distintos da atualidade. A fonte energética utilizada ou a tecnologia de produção e fabricação poderá ser outra, possivelmente, com maiores benefícios sociais e ambientais. A projeção, compreendida entre o método projetual e a sua execução, deverá se valer de outros instrumentos metodológicos e aparatos tecnológicos.

Esta área, possivelmente, não será extinta a não ser que surja uma nova civilização onde todas as necessidades a serem satisfeitas pelos indivíduos não careça mais de artefatos físicos e, sim, somente de bens imateriais, intangíveis, talvez invisíveis. Nesse caso, há três possibilidades a se considerar: i) surgirá uma nova área e uma nova profissão para atender a essa nova demanda; ii) alguma outra área e profissão já existente se adequarão e migrarão para atender a essa carência; ou, iii) o próprio designer industrial se incumbirá dessa nova função. Esse novo tempo parece estar bem longe de se tornar uma realidade!

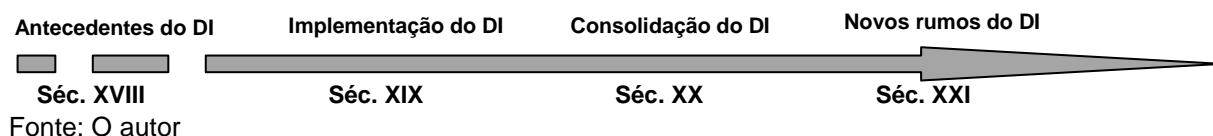
2.1.2 Do surgimento à contemporaneidade: Origens e histórico do DI

Antes do desenvolvimento desse tópico se faz necessário esclarecer que, propositadamente, o mesmo não visa se aprofundar entre os diversos momentos históricos envolvendo o design industrial por entender-se que isso já foi realizado por outras obras, autores e pesquisadores com grande profundidade e nível de detalhamento, retirando desse modo o caráter de repetitividade e redundância de abordagens. A finalidade desse item é, sim, apresentar um panorama superficial de alguns marcos históricos mais importantes e que possibilitem uma compreensão da relação histórica entre os fenômenos além da resposta e do comportamento da área à sociedade. Também vale justificar que talvez foram omitidos nomes de personalidades, de empresas, de eventos ou de outros fatos relevantes pelo simples motivo da lista ser enorme e não sofrer dispersão para outros assuntos. Que nos perdoem, pois o espaço é curto para tamanha empreitada.

Para facilitar o entendimento deste tópico, optou-se por separar cada século, a partir do século XVIII, entre a primeira e a segunda metade, situando entre os períodos distintos aqueles eventos mais importantes para o design industrial, conforme a Figura 03. Alguns deles, pode ter se iniciado em um determinado período e se estendido entre dois períodos distintos, mas por opção

pode aparecer apenas situado somente em um. Embora o design industrial não tenha se constituído antes da Revolução Industrial da Grã-Bretanha (1851) se faz necessária à apresentação de alguns eventos históricos, durante o século XVIII e XIX por entender-se que foram responsáveis pela preparação dos desdobramentos que ocorreram nos séculos seguintes.

Figura 03: Panorama do design industrial no mundo e no Brasil



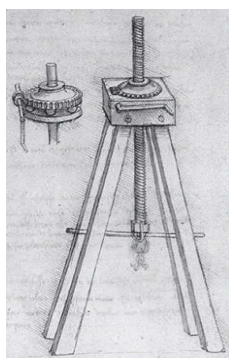
Fonte: O autor

2.1.2.1 Primeira metade do século XVIII

Ao processo antecessor à Revolução Industrial, Mathias e Davis (1993) ao citarem Mendels (1972) denominam o período de *proto-industrialização* como sendo “um aprendizado de base em direcção a uma industrialização autêntica”, Mathias e Davis (1993, p.28). Isso ocorre quando a produção, mesmo artesanal, atinge patamares de nível de excedente e foi verificado, principalmente, nos artigos do segmento têxtil e de metal.

É importante lembrar que esse processo não ocorre de modo igual, linear, com as mesmas características e profundidade entre as nações. Há países onde a revolução industrial ocorreu de modo tardio. Há autores que asseguram, inclusive, que existiram várias revoluções industriais e que a da Inglaterra não foi a primeira nem a última como Gimpel (2001) afirmou que já na Idade Média ocorreu uma revolução industrial, principalmente, movida à base da energia hidráulica, eólica e animal, crescimento produtivo, com inúmeras invenções e máquinas sofisticadas em madeira, resguardando as suas proporções e especificidades, tão importante quanto a da Inglaterra, vide exemplo da Figura 04.

Figura 04: Desenho de Leonardo da Vinci (c. de 1490).



Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662011000200005&script=sci_arttext

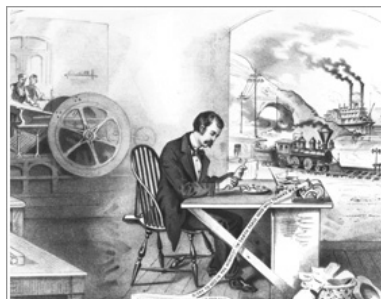
No período da *proto-industrialização* denominado por Mathias e Davis (1993), a Europa rural atinge cenários promissores quanto ao controle das culturas agrícolas além dos avanços instrumentais e de maquinários. A população atinge patamares jamais alcançados devido à redução

da mortalidade infantil, à extinção das grandes epidemias e dos períodos longos de fome tão comuns no período medieval.

Segundo estes autores, nas cidades européias surgem uma nova classe burguesa a partir do desenvolvimento comercial e das manufaturas. A Grã-Bretanha desencadeia o processo de desenvolvimento industrial. As maiores vantagens do Reino Unido da Grã-Bretanha se deram por causa do algodão traficado das colônias; da exploração sem precedentes da mão de obra advinda dos êxodos das regiões rurais; dos estabelecimentos urbanos com fiações e teares; da introdução da máquina a vapor na indústria têxtil e demais segmentos; dos progressos da química nos tons cromáticos e de tinturas; das inúmeras minas de carvão; da metalurgia do ferro; e, das enormes embarcações a vapor, como mostra a Figura 05. Os portos europeus, como o principal de Londres, desenvolvem uma grande circulação ávida de embarcações exploratórias em busca de novas terras colonizáveis além de comercialização das mercadorias importadas e exportadas.

Com esse cenário, descrito por Mathias e Davis (1993), inúmeros banqueiros, administradoras de seguros, e agentes financeiros e de investidores de ações da bolsa injetam capital na região, dando início ao capitalismo industrial. O capital britânico é novamente reinvestido na própria economia além de noutras nações da Europa, nas Índias e na América Latina como atestam Peyronnet e Welply (1990).

Figura 05: Engenheiro e empreendedor da Era das Máquinas.



Fonte: <http://pessoal.educacional.com.br/up/20021/1111376/t1311.asp>

De Moraes (1999), por exemplo, apresenta a Inglaterra do século XVIII como uma nação dinâmica e empreendedora citando os casos de *Matheus Bulton*, *Josiah Wedgwood* e *Henry Doulton* como exemplos de alavancar a produção mecanizada, a diversificação de modelos, a experimentação e os melhoramentos das matérias-primas.

2.1.2.2 Segunda metade do século XVIII

Um dos aspectos sombrios do enriquecimento dos capitalistas britânicos ocorreu sob a falta de legislação e supervisão do Estado quanto à classe operária. Registra-se na história a exploração do trabalho infantil e das mulheres além de longas jornadas de trabalho diárias e semanais, sem direitos a férias, com trabalho repetitivo e em condições precárias, de riscos e perigos diversos, Iglésias (1992), como ilustra a Figura 06. Qualquer forma de manifestação trabalhista poderia ser vista como ilegal e, corriqueiramente, repreendida com uso da força, inclusive a militar.

Figura 06: Trabalho infantil e condições impróprias durante a industrialização.



Fonte: <http://pessoal.educacional.com.br/up/20021/1111376/t1311.asp>

Os benefícios trabalhistas demoraram e ocorreram de modo bastante lento e gradual. As formas de moradias dos operários eram insalubres e em condições de miséria absoluta sem planejamento urbano ou assistência social do governo. Por outro lado, os ganhos e os lucros com a produtividade sempre favoreceram mais aos empreendedores e capitalistas do que aos operários. Por outro viés, Mathias e Davis (1993) apresentam como a organização do trabalho – infraestrutura, modernização, produtividade, controle da produção, gerência, divisão técnica, conflitos laborais, qualidade de vida, entre outros –, sofreu uma transformação dentro do período da revolução industrial.

Hobsbawm (2003) ao tratar do século XVIII, ressalta que a nova classe aristocrática e burguesa desencadeia um processo de interesse, gosto e preferência por assuntos ligados ao progresso, ao racionalismo e à ciência, de acordo com a Figura 07. São conhecidos inúmeros os casos de incentivos da aristocracia burguesa pelos financiamentos ao progresso científico. As pesquisas e os novos conhecimentos sobre a matemática, a física, a química e a geografia, por exemplo, desencadearam uma série de novas descobertas, invenções e patentes anunciando novos tempos.

Figura 07: Reunião de aristocratas e burgueses discutindo assuntos da época.



Fonte: http://paulosociofilo.blogspot.com.br/2011_06_01_archive.html

Do mesmo modo, a necessidade por uma liberdade que afaste qualquer indício do poder tirânico para o povo também se torna evidente. Todas as formas de manifestação e expressão de liberdade são discutidas e apreciadas pela aristocracia burguesa desde o estímulo ao livre comércio, à maneira de pensar, a de se expressar ou a de inovar, asseguram Peyronnet e Welply (1990).

De Moraes (1999) salienta que a industrialização foi disseminada pela Europa, no final do século XVIII, onde se desenvolveu bastante na França, na Alemanha e na Itália. Nos Estados Unidos destaca-se, por exemplo, a indústria de armas, de ferrovias e de vidros moldados.

Nesse ínterim, algumas empresas manufatureiras, de artífices ou de artesãos já sentiam as mudanças e as ameaças da competitividade com o nascimento da indústria maquinofatureira e buscavam contratar especialistas em desenhos – artistas, pintores, escultores, arquitetos – para produzirem modelos com alto grau de originalidade e inovação na tentativa de permanecerem no mercado. O problema é que raramente estes profissionais conseguiam transcender o estágio do estilo, da forma, dos ornamentos e das decorações, como relembra Heskett (2008).

2.1.2.3 Primeira metade do século XIX

A Inglaterra, uma das nações do Reino Unido da Grã-Bretanha, desde o século XVIII havia constituído uma série de elementos favoráveis ao que se denominou a Revolução Industrial. Segundo Batista (2012), a Primeira Exposição de Londres, realizada em 1851, foi apenas o marco oficial desses acontecimentos guiados pelo acúmulo de capital, do desenvolvimento tecnológico e do conhecimento acadêmico-científico das universidades britânicas, vide Figura 08. Esse acontecimento proporcionou a reunião de várias nações expondo seus produtos em estandes à sociedade confrontando as maiores potências industriais da época: os Estados Unidos da América e a Grã-Bretanha.

Para Heskett (1998), a Exposição de 1851 apresentou ao mundo um perfil tradicional e conservador dos produtos europeus comparado ao pragmatismo e maior desprendimento dos produtos advindos do Novo Continente.

Figura 08: Palácio de Cristal, sede da Exposição de Londres (1851).



Fonte: <http://kenney-mencher.blogspot.com.br/2012/11/19th-c-architecture-and-technology.html>

Há um consenso entre os historiadores sobre o fato da Inglaterra, naquele contexto ter sido o único país que possuía as reais condições de proporcionar a chamada revolução: recursos financeiros, conjunto de inventos e de invenções além da cultura do empreendedorismo e da academia presente na sociedade. Por isso a Inglaterra, liderou os primeiros desdobramentos para o campo industrial, em particular, do design industrial, uma vez que empresas se fortaleceram internamente e se apresentaram para o mundo como pioneiras em produtos e processos produtivos. Tão logo, as principais cidades da Inglaterra se apresentavam poluídas pela fumaça, em tons de cinza, com chaminés altas a perder de vista.

Durante a primeira metade do século XIX as cidades estavam desorganizadas e repletas de problemas conjunturais como, por exemplo, de crescimento sem planejamento, da superpopulação, do êxodo rural, da falta de higiene e de saneamento, entre outros. A iluminação das ruas e dos interiores àquela época se dava com o gás de hulha.

A Figura 09 exemplifica o aperfeiçoamento dos sistemas de transportes, principalmente, representados nas embarcações e nas locomotivas o qual evoluiu passando da finalidade de transporte de cargas e mercadorias para a de passageiros. O exemplo das inovações técnicas como o surgimento das hélices metálicas em lugar das pás de madeiras nos navios agilizaram o seu deslocamento e as melhorias nos cômodos dos vagões atingiram a preferência de um novo exército de viajantes.

Figura 09: Desdobramentos tecnológicos da energia a vapor.



Fonte: <http://www.zun.com.br/primeira-revolucao-industrial/>

A difusão da invenção do telégrafo parece ter proporcionado a transmissão das informações e a comunicação entre as pessoas, independente das distâncias, com grande rapidez e eficiência. Dentre outras invenções e patentes, até o fim do século XIX, Philbin (s.d.) destaca: a lâmpada elétrica; a impressão com tipos móveis em aço; o telefone; as primeiras pesquisas da televisão e do rádio; os primeiros motores de combustão interna; as canetas e lápis; o primeiro veículo sem cavalo; os planadores; o vaso sanitário; as armas brancas e de fogo; o alto-forno; o motor a vapor; a solda; a ceifadeira; as baterias; as primeiras pesquisas dos raios X; o estetoscópio; o elevador à base de energia; o sistema de resfriamento do ar; o termômetro; a incubadora para crianças; o motor elétrico; o arame farpado; o preservativo; a máquina fotográfica; a máquina de costura; o filme fotográfico; a fotografia em movimento; a dinamite; a máquina de escrever; o motor diesel; o motor de indução de corrente alternada; a máquina de calcular; a lanterna elétrica; o aparelho de *fax*; o descaroador de algodão; o interruptor de circuitos; a máquina debulhadora; o extintor de incêndio; o sistema de refrigeração mecânica; a bicicleta; o fonógrafo e o sistema *sprinkler*.

Segundo Pevsner (2002), um instrumento importante na difusão e proliferação do design industrial, na Inglaterra, foi a fundação do *Journal of Design and Manufactures*, por Henry Cole, um dos organizadores da Exposição de 1851. Os artigos publicados no *Journal of Design* ajudaram a difundir conceitos, teorias, estilos, movimentos, princípios e demais assuntos daquela época, os quais serviram de maior disseminação das informações à sociedade.

No ensino, a Inglaterra destaca a *Schools of Design*, posteriormente, transformada nas escolas de *South Kensington* e o *Royal College of Arts* as quais se tornaram referências britânicas no ensino do design industrial e de áreas correlatas, vide Denis (2008) e Romer (2007).

2.1.2.4 Segunda metade do século XIX

Para Pevsner (2002), com o advento das máquinas na sociedade os setores artesanais de produção sofreram grandes transformações. Os movimentos *Arts and Crafts* e o *Art Nouveau* foram as duas respostas das transformações sociais pelo impacto da tecnologia em ascensão, vide exemplos das Figuras 10a e 10b. Enquanto o primeiro buscava um retorno ao Romantismo, com forte defesa social, característico da era medieval e gótica, era conduzido por *John Ruskin* e *William Morris*, ao mesmo tempo tentava frear e lutar contra as inovações mecânicas em detrimento da produção artesanal; o segundo, por sua vez, preconizava o anúncio e a adoção da Nova Arte com o uso de novos materiais industriais – vidro, ferro, bronze e outros metais facilmente reproduzidos pelo processo de fundição – associados à produção maquinofatureira. O *Art Nouveau* faz alusão às formas orgânicas da natureza e as formas sinuosas e sensuais femininas trazidas das descobertas das ciências naturais – biologia, botânica e fisiologia – nas referências orientais do Japão e da China. Dentre algumas personalidades desse estilo se pode destacar *Mackmurdo*, *Gallé*, *Guimard*, *van de Velde*, *Horta*, *Hankar*, *Serrurier*, *Obrist*, *Lalique*, *Granach*, *Chèret*, *Toulouse-Lautrec* e tantos outros, conforme De Moraes (1999).

Figura 10a: Movimento *Arts and Crafts*.



Figura 10b: Movimento *Art Nouveau*.



Fontes: <http://char.txa.cornell.edu/art/decart/artcraft/artcraft.htm>;

<http://www.cliquearquitectura.com.br/portal/dicas/view/art-nouveau/170>

Ao final do século XIX, após uma depressão econômica, a indústria britânica percebera que deveria adotar algumas estratégias para continuar ou alcançar níveis de vendas e lucros. O fato é que outras nações começaram a reduzir as suas importações dos britânicos devido ao motivo de estarem estruturando suas próprias indústrias também. A primeira estratégia dos britânicos foi melhorar os rendimentos dos operários da produção ao se entender que isso aumentaria decisivamente o poder de compra dos seus próprios trabalhadores. A segunda estratégia adotada foi fazer como os norte-americanos fizeram, ou seja, investir na fabricação de produtos de consumo duráveis destinados à população como, por exemplo, a máquina de costura afirma Löbach (2001)

Segundo De Moraes (1999), no final do século XIX para início do século XX, os Estados Unidos da América alcançaram níveis cada vez maiores de crescimento no setor industrial. Exportava

uma diversidade de produtos de consumo como máquinas de datilografar, máquinas fotográficas e registradoras além dos automóveis e motocicletas, tal como a Figura 11.

Figura 11: A primeira *Harley-Davidson* (aproximadamente de 1903).



Fonte: <https://www.facebook.com/tiimiakatemia?filter=2>

2.1.2.5 Primeira metade do século XX

Os primeiros anos do século XX já deixavam para trás os desenhos de artefatos com requintes extremamente decorativos. Os projetos desenhados de artefatos industriais estavam incorporados ao princípio da produção seriada embora não possuíam grande liberdade, devido ainda, a algumas limitações técnicas. Princípios existentes na estética das máquinas foram a fonte de inspiração e de analogia para projetistas como *Le Corbusier* na Europa e *Frank Lloyd Wright* nos Estados Unidos.

A Figura 12 mostra como várias cidades industrializadas já estavam presentes em continentes distintos. Algum progresso havia sido feito nas grandes cidades em redes de canalização de água e de esgotos, no aparecimento dos bondes, da invenção do telefone e da fotografia entre outros, mas a sociedade ansiava por um estilo arquitetônico condizente com os novos tempos, relata De Moraes (1999).

Figura 12: As grandes cidades na passagem do século XIX para o século XX.



Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/revolucao-industrial/consequencias-da-industrializacao.php>

As soluções verificadas em projetos de arquitetura e de engenharia, vide exemplo da Figura 13, bem como a verticalização dos edifícios, o arranjo físico e a disposição mobiliária em interiores das modernas construções parecem ter sido uma adaptação dos espaços bem resolvidos nos trens e dos andares sobrepostos bem solucionados nas grandes embarcações. Assim, empresas como a *Westinghouse*, a *Bruynzeel*, a *Roneo* e, futuramente, a *Herman Miller* aparecem no cenário

projetando artefatos, principalmente, para atender a cozinhas e aos escritórios utilizando-se de materiais clássicos como a madeira e suas inovações em painéis planos ou curvados além de novos materiais metálicos ou poliméricos. Os conceitos básicos de padronização, da modularização, da funcionalidade, da estética, da produtividade, da eficiência, da praticidade, entre outros, já faziam parte nos desenhos de artefatos industriais, (Idem).

Figura 13: A imponência dos projetos de engenharia do início do século XX.



Fonte: <http://portogente.com.br/colunistas/iris-geiger/grandes-estruturas>

Muito do que se deve ao design industrial da atualidade é fruto de um processo ocorrido em várias partes do mundo, mas em especial foi desencadeado pela Alemanha. A *Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG)*, de acordo com a Figura 14, representada na personalidade de *Peter Behrens*, foi uma das primeiras, senão a pioneira no desenvolvimento de uma identidade corporativa empresarial. O arquiteto e designer industrial, como diretor artístico da empresa desempenhava a função de controlar, planejar e desencadear as manifestações visuais da corporação. Desta forma, projetou edifícios, produtos e a identidade visual além de ter planejado a publicidade e a exposição da *AEG* para o mundo. Seguiram-se a esse exemplo mais tarde a *IBM* americana e a *Olivetti* italiana além de outros casos mais recentes, destaca Heskett (2008).

Figura 14: Instalações modernas da empresa alemã *AEG*.



Fonte: <http://arqok.wordpress.com/2012/04/21/berlim-a-modernidade-alcanca-a-europa-parte-ii/>

No âmbito social, a Alemanha apresenta para o mundo um projeto intitulado *Deutscher Werkbund* (1907), conduzido por *Hermann Muthesius*. A proposta era favorável à “primeira contestação de Morris – fazer o dualismo entre arte pura e arte aplicada –, mas não aceitava a segunda contestação – de ser contrário ao processo e aos métodos da industrialização”, atesta De Moraes (1999, p.25). O projeto *Werkbund* tentou unir os artistas à indústria no intuito de melhorar as condições dos operários além de agregar melhor qualidade dos artefatos da indústria.

No âmbito do ensino, Denis (2008) registra a primeira inserção do design industrial alemão foi, notoriamente, a *Staatliches Bauhaus* (1919-33), como ilustra a Figura 15. A *Casa da Construção Estatal* surge na Alemanha derrotada do pós-guerra como uma alusão à reconstrução da nação alemã, em especial à retomada do ensino público. Teve três sedes, cada uma com um diretor diferente e marcado com um perfil diverso. A primeira fase ocorreu em *Weimar* (1919-28), com *Walter Gropius* e *Johannes Itten* à frente e ficou conhecida por ser o período mais conturbado devido a grande ecletividade de personalidades artísticas oriundas de várias nacionalidades; a segunda fase se instalou em *Dessau* (1929-30), sob a condução de *Hannes Meyer* e *Moholy-Nagy*, caracterizou-se pelo estilo tecnicista e racionalista; a terceira e última fase, a *Bauhaus* se instalou em *Berlim* (1930-33), com uma caracterização de ensino voltada à arquitetura devido à formação de *Mies van der Rohe*. O seu fechamento se deu por causa da ascensão ao poder por parte dos nazistas.

O curso da Bauhaus era estruturado entre várias oficinas referentes a atividades ou materiais de onde se resultavam os projetos e as experimentações. Ideologicamente, a escola trazia consigo resgates do *Arts and Crafts* como forma de vida social e da aproximação entre artistas, artesãos e artífices contendo produções industriais refletidas nas técnicas e nos materiais adotados pela nova era industrial. Passaram pela *Bauhaus* várias celebridades como *Kandinsky*, *Klee*, *Stölz*, *Bayer*, *Schmidt*, *Albers*, *Schreyer*, *Feininger*, *Breuer*, *Brandt*, *Schlemmer* entre outros. Quando fechada, conheceu-se uma migração por parte das personalidades para vários países onde foram desencadeados novos desdobramentos para a área, quer no ensino, seja na prática profissional, (Idem).

Figura 15: Fachada do edifício da escola alemã Bauhaus.



Fonte: <http://arquiteorizando.blogspot.com.br/2010/10/historia-do-surgimento-da-bauhaus.html>

De acordo com Sparke (2010), os Estados Unidos, desde a Primeira Exposição de Londres (1851), apresentaram ao mundo uma característica de desenvolvimento científico e tecnológico diferente dos países europeus: o fato de estar livre do “peso” e da tradição cultural, social e histórica que a Europa possuía tinha maior liberdade e desprendimento para alçar desenvolvimentos. Nesse sentido, qualquer mudança, inovação ou estratégia tecnológica, em tese, já encontrava um terreno mais fértil na América.

Dois desses exemplos ocorreram no campo do ensino, com a criação da *New Bauhaus*, resultante do processo migratório de professores com o fim da *Bauhaus* alemã e no campo comercial, quando, pelo mesmo motivo, os emigrantes europeus trouxeram ideias do “velho mundo”, mas que

rapidamente foram absorvidas no “novo mundo”, iniciando um processo híbrido do desenho moderno, assegura Sparke (2010).

Uma das maiores inovações tecnológicas ocorreu nos primeiros anos do século XX com a invenção da baquelite, por *Leo Hendrik Baekland*, o primeiro polímero comercial o qual causou inúmeros desdobramentos industriais e sociais nas décadas seguintes. A baquelite, devido às propriedades de isolamento elétrico e térmico, da grande resistência a impacto e da facilidade de moldagem adquirindo formas orgânicas e complexas para época, foi rapidamente adotada pela indústria elétrica, de rádios, e de aparelhos telefônicos, conforme Tambini (2002).

O *Fordismo*, outro marco relevante do início do século XX, refere-se à convenção filosófica denominada para o conjunto de práticas que *Henry Ford* recebeu influência das teorias de Taylor e adotou na sua empresa de automóveis gerando vários desencadeamentos, por exemplo, econômicos, sociais, administrativos, organizacionais e gerenciais, Heskett (1998). Inicialmente, *Ford* as aplicou “sobre a linha de montagem, ao mesmo tempo, difundia seu conceito de unificação e intercambiação dos componentes dos produtos, tendo como objetivo final a racionalização produtiva”, explica De Moraes (1999, p.31), como demonstra a Figura 16.

Figura 16: Linha de montagem automobilística nos seus primórdios.



Fonte: http://paulosociofilo.blogspot.com.br/2011_06_01_archive.html

De acordo com Sparke (2010), entre as décadas de 1920 a 1930, em favor da tecnologia a ser utilizada a serviço da humanidade, *Richard Buckminster Fuller*, desenvolve projetos da casa *Dymaxion*, do automóvel de mesmo nome e uma série de cúpulas geodésicas.

Heskett (1998) aponta que os avanços conseguidos e comprovados no meio científico a respeito da aerodinâmica e da hidrodinâmica, com relação à eficiência das formas orgânicas e naturais, quanto aos níveis de resistência e reação de um corpo de prova – objeto a ser investigado – nos meios aquático, terrestre e aéreo observados, por exemplo, nos peixes, nos pássaros e na gota d’água serviram de revolução nos desenhos de transportes dos automóveis, aviões e submarinos. Dentre outras, as personalidades mais lembradas no projeto de produtos com esses princípios foram *Norman Bel Geddes*, nos Estados Unidos (*Boeing*, *Chrysler* e *General Motors*), vide Figura 17; na Alemanha (*Volkswagen* e *Mercedes-Benz*); *Pininfarina*, na Itália, no automobilismo; além de *Walter D. Teague*, *Harley Earl* e *Raymond Loewy* difusores do *streamline* e do *styling* americano.

Nesse sentido *Teague* e, principalmente, *Loewy* desenhou artefatos complexos como trens e ônibus, mas trouxe e introduziu os princípios das formas aerodinâmicas em objetos estáticos tais como utensílios domésticos e eletrodomésticos, por exemplo. Essa estratégia contribuiu para os

Estados Unidos retomarem a normalidade da economia após a quebra da bolsa de *Nova York*, em 1929, ao despertar nos consumidores, por intermédio do apelo visual, uma necessidade pelo consumo, destaca De Moraes (1999).

Figura 17: Automóvel *Airflow* da *Chrysler*.



Fonte: <http://autotimeline.blogspot.com.br/2010/09/decada-de-1930-epoca-de-ouro-do-design.html>

Conforme Sparke (2010), a base para a Ergonomia, ainda a ser criada após a Segunda Guerra Mundial, tem seus primeiros passos com *Henry Dreyfuss* ao desenvolver projetos para grandes empresas utilizando-se da aplicação de medidas do corpo humano – a antropometria.

Outro aspecto a ser considerado pelos historiadores da tecnologia e do design industrial é que, geralmente, a indústria bélica possui grande probabilidade de estar à frente de várias inovações tecnológicas, uma vez que as nações investem cifras volumosas na área militar, de defesa e de guerra. Normalmente, tais inovações são testadas em campo e em laboratórios especializados, entretanto, somente durante o combate de guerra é que são colocados, realmente, à prova final. A sociedade civil passa a conhecer essas inovações durante a própria batalha, mas elas se tornam acessíveis após o seu término como foi o caso das novas ligas metálicas leves e resistentes – alumínio e magnésio – e dos novos termoplásticos e termofixos – fibra de vidro, nylon, dentre outros. Foi assim durante a Primeira Guerra e, durante a Segunda Guerra Mundial, também não foi diferente, como se pode observar nas Figuras 18a e 18b.

Figura 18a: Primeira Guerra Mundial.



Figura 18b: Segunda Guerra Mundial.



Fontes: <http://petuba2010.blogspot.com.br/>; <http://fottus.com/fotos-historicas/nazismo-100-imagens/>

De Moraes (1999, p.43) reforça essa teoria afirmando que “a eficiência da cadeia de montagem, a intercambialidade de componentes, a potencialidade e a reciclagem produtiva e a produção em massa em um curto período de tempo” foi posta à prova. Ainda, que “a indústria fizesse uso de uma simplicidade construtiva e de montagem dos seus produtos, o que, mais uma vez exigiu do desenho industrial uma rigidez formal em detrimento de uma já crescente estética decorativa”,

(Ibidem). Junte-se a isso também o fato da escassez de matérias-primas e dos produtos básicos e de consumo provocando uma retração de mercados quando ocorre uma guerra.

lida (2005) aponta que após o saldo das mortes na Segunda Guerra Mundial descobriu-se que muitas delas ocorreram por falta de maior abordagem fisiológica, psicológica, de estresse e de fadiga, da tomada de decisões, de postos inadequados de operações, de adequações de manuseio, de segurança, antropométricas e ergonômicas. Por isso, o surgimento da disciplina do conhecimento sistematizado em Ergonomia data do período do pós-guerra, quando várias áreas do conhecimento humano se interessam pela mesma causa preocupadas na adequação dos ambientes, das comunicações e dos artefatos ao homem.

A primeira metade do século XX se encerra com uma indústria mundial bastante amadurecida por vários exemplos, mas principalmente, representada por países como os *Estados Unidos, a Alemanha, a Inglaterra, a França e a Holanda*. Uma classe consumidora melhor definida e capaz de discernir artefatos industriais de maior qualidade ou de qualidade inferior. Com a inovação tecnológica em expansão como foi o caso do transistor, da energia nuclear e da tecnologia espacial, vislumbrando revoluções que ainda estariam por vir em decorrência das invenções, descobertas e pesquisas científicas nos campos da eletrônica, cibernética, informática, robótica e computação, por exemplo. Os designers industriais atuando, mas ainda presentes, quase que exclusivamente, apenas nos maiores centros desenvolvidos ou nas maiores empresas e agências.

2.1.2.6 Segunda metade do século XX

Após a Segunda Guerra Mundial, a cultura do quantitativo em detrimento à qualidade se fortalece pelo emprego cada vez maior dos plásticos. A praticidade, a facilidade de moldar, de assumir formas orgânicas e complexas melhor que em outros materiais, a variedade de cores, entre outras características fez dos plásticos a nova sensação entre os materiais e entre as indústrias, como ilustra a Figura 19. O uso exarcebado e sem limites dos plásticos, desde as décadas de 1950 e 1960, foi o início de vários problemas ambientais da atualidade, principalmente, quanto à dificuldade de reciclagem e de reaproveitamento dos plásticos descartados após o uso.

Figura 19: Engenheiro *Earl Tupper* demonstra, em 1940, os avanços com os polímeros.



Fonte: <http://tupperwarefenix.blogspot.com.br/p/tupperware-e-uma-empresa-que-esta-no.html>

Mesmo com o fim da Segunda Guerra Mundial, inicia-se o período de quase meio século da Guerra Fria, marcada pelas duas novas potências mundiais, a saber, os *Estados Unidos da América* e a extinta *União das Repúblicas Socialistas Soviéticas*. Somente com a extinção da URSS, por volta

de 1991, é que acabam as tensões entre as duas nações. Vários estudiosos caracterizam a Guerra Fria, marcada pela corrida espacial, como ilustra a Figura 20, uma disputa ideológica, política, social, econômica, militar, científica e tecnológica entre o bloco capitalista (EUA) e o bloco socialista (URSS).

Figura 20: Astronauta norte-americano ícone da corrida espacial.



Fonte: <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/plano-de-aula-historia-corrída-espacial-guerra-fria-700190.shtml>

A era da eletrônica, principalmente, identificada pelos aparelhos eletrodomésticos de muitos usos, os aparelhos de reprodução de som, os eletrônicos transistorizados (rádio e televisor) e, posteriormente, a introdução do *chip* com as placas de circuitos impressos combinadas ao uso dos polímeros contribuíram no desencadeamento do processo de miniaturização dos artefatos que permanece até os dias atuais.

De acordo com Schneider (2010), Denis (2008) e tantos outros apontam que no âmbito do ensino, a Alemanha apresentou ao mundo a *Hochschule für Gestaltung* (1953 a 1968), conhecida por Escola *HfG*, da cidade de *Ulm*, um novo modelo educacional, o qual serviu de adaptação para diversas nações, vide a Figura 21.

Figura 21: Instalações da Escola *HfG* de *Ulm*.



Fonte: http://www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/5_funcionalismo.htm

A *HfG*, basicamente, teve duas fases: uma, mais artística, devido ao perfil do seu primeiro dirigente *Max Bill*, ex-aluno da *Bauhaus*, e que perdura até o ano de 1957; a outra, fase foi marcada por *Tomás Maldonado* à frente sendo auxiliado por *Otl Aicher* e *Hans Gugelot*. Durante a segunda fase da Escola de *Ulm*, eis que adquiriu um perfil tecnicista e de racionalismo como requisitos essenciais para as soluções projetuais. A forma atrelada ao uso, à função, à praticidade utilitária e aos ambientes recebia preocupações e abordagens ergonômicas, a introdução de metodologias analíticas de cunho quantitativo, do uso dos modelos matemáticos além da inserção de diversos conhecimentos científicos e tecnológicos interdisciplinares inerentes ao projeto, sintonizados com os

novos tempos do pós-guerra. Por exemplo, “na Suíça, Inglaterra, Holanda e Estados Unidos, foi desenvolvida uma abordagem racionalista com as disciplinas científicas vizinhas”, vide Schneider (2010, p.259).

Para Denis (2008), diferentemente da *Bauhaus*, a Escola de *Ulm*, transcendeu os muros da academia e construiu uma história de parceria com a indústria, na figura da empresa *Braun*, produzindo vários projetos utilizando o conceito do funcionalismo e racionalismo da “Boa Forma” no segmento dos eletrodomésticos, tal como ilustram as Figuras 22a e 22b. Mesmo durante e após o fechamento da Escola de *Ulm*, o modelo ulminiano foi reproduzido e implantado em vários lugares como nos casos do Brasil e da Índia.

Figura 22a: Sede da *Braun* em Frankfurt (1960).



Figura 22b: Diversos produtos da *Braun*.



Fontes: http://en.wikipedia.org/wiki/Braun_%28company%29;
<http://www.braun.com/pt/world-of-braun/braun-design/design-evolution.html>

A questão do ensino de *Ulm*, reproduzido no Brasil, foi retomada no *item 2.1.3* com maior profundidade, momento este em que aparecem na referida tese as questões relativas aos perfis curriculares de cursos de Design Industrial no Brasil e em outras nacionalidades.

Segundo historiadores do design industrial como De Moraes (1999), e tantos outros, o pós-industrialismo se inicia após a Segunda Guerra Mundial. Primeiro, como um indicativo de mudanças da sociedade da geração nova “*baby-boom*” na tentativa de fornecer uma resposta à antiga geração pertencente aos seus pais em como fazer diferente as coisas. O ponto crucial a ser criticado resume-se “no jeito americano de ser” e na forma de condução das indústrias de ditar aos consumidores o que deve ser consumido ou não. Segundo, as críticas a tudo que pertenceu à era moderna – primeira metade do século XX – aparece aos diversos segmentos sociais como na musicalidade, na literatura, na arte – pintura, escultura, dentre outras, como exemplifica a Figura 23, e também, não podia ser diferente, ao meio projetual.

Para Fiell e Fiell (2001), o movimento da *contracultura* anuncia a era pós-moderna durante as décadas seguintes, principalmente, a partir da década de 1980.

É nesse contexto de quebra de paradigmas sociocultural que a Itália, talvez pela sua importância e trajetória de manifestação artística, cultural e de outras áreas como a arquitetura se destaca bastante. O rompimento com os dogmas do modernismo se torna retratado em inúmeros projetos onde a irreverência, o lúdico, o humor, a ironia, o improvisado, a crítica, o mau gosto ou o deboche, por exemplo, são percebidos facilmente nos artefatos e nas diversas formas de

manifestação. Para, além disso, o ecletismo, a mistura e a diferença são permitidos: um momento nunca visto antes onde há lugar e permissão para tudo e todos quanto a idealizar propostas algo que durante o modernismo, fatalmente, não se permitiria tais “aberrações”.

Figura 23: Festival de *Woodstock*; capa da Revista *Life*.



Fonte: http://www.hierophant.com.br/arcano/posts/view/X_Parse/348

Em outras palavras, no pós-modernismo é permitido combinar materiais refinados com aqueles popularizados; materiais orgânicos com sintéticos; abusar das cores e dos contrastes entre elas; brincar com as funções e os significados dos objetos e assim por diante, algo que se denominou por *Anti-design*. Na Itália, podemos destacar agências, escritórios e estúdios tais como *Archizoom*, *Superestudio*, *Alchimia*, *Radical Design*, *Transvanguardia*, *Memphis*, *Gruppo Zeus*; e, personalidades da primeira geração como *Bruno Munari*, *Alberto Rosselli*; *Dante Giacosa*, *Achille Castiglioni*, *Gio Ponti*, *Marcello Nizzoli*, os irmãos *Lívio*, *Pininfarina*, *Pier Giacomo*; ou da segunda geração tais como *Giorgio Giugiaro*, *Anna Castelli*, *Gae Aulenti*, *Mario Bellini*, *Rodolfo Bonetto*, *Marco Zanuso*, *Vico Magistretti*, *Roberto Sambonet*, *Ettore Sottsass* e *Enzo Mari*; da terceira geração, *Andrea Branzi*, *Alessandro Mendini*, *Michelle de Lucchi*, *Gaetano Pesce*, *Citterio* e tantos outros, vide a Figura 24.

Figura 24: Projeto de *Gaetano Pesce*, um dos idealizadores do *Radical Design*.



Fonte: <http://pt.archready.com/articles/ArticleDetail/design-radical-italiano>

Nesse sentido, historiadores da tecnologia como Tambini (2002) afirmam que a Itália se destaca no cenário mundial, após a Segunda Guerra, também por causa dos concursos e premiações de incentivo a sua produção industrial, desde a década de 1920, em Monza e em Milão – Bial e Trienal Internacional de Arte Decorativa, respectivamente – além do prêmio *Compasso D’Oro*, da

década de 1950. Empresas como a *Fiat*, a *Olivetti*, a *Alessi* e outras lançaram inúmeros clássicos do design industrial, conforme a Figura 25.

Figura 25: Estilo italiano de viver representado na motoneta Vespa: alegria, diversão e descontração.



Fonte: <http://lavitaebellablog2012.blogspot.com.br/2012/05/vespa-ninguem-fica-indiferente-esta.html>

De Moraes (1999) resume os três elementos mais importantes para que a Itália tenha se destacado no cenário mundial até os tempos atuais: i) a grande quantidade de publicações na área o que influencia a discussão e a promoção dos fenômenos além de difundir estudiosos e pesquisadores como *Di Salvatore*, *Munari*, *Dorfles*, *De Fusco*, *Argan*, *Branzi*, *Manzini*, *Marcolli* e *Gregotti*; ii) a influência recebida pela Escola de *Ulm*, por intermédio de professores italianos convidados; e, iii) a contribuição de diversos projetistas estrangeiros que optaram por atuar na Itália.

Segundo Bürdek (2010), o Japão, por sua vez, no primeiro momento e, *a posteriori*, os demais países do *Bloco Econômico Tigres Asiáticos* também se configurou por outro exemplo de potência do pós-guerra porque conseguiu unir e incorporar a tecnologia, o desenvolvimento científico, a inovação e a qualidade no seu seio social e cultural.

Com base em Fiell e Fiell (2001), Denis (2000), Tambini (2002) e Bürdek (2010), o resultado devastador da Segunda Guerra Mundial, principalmente, com o emprego das bombas nucleares contra o Japão fez desencadear no mundo uma preocupação de paz, ajuda e de reconstrução das nações envolvidas, em particular, aquelas que mais sofreram com a derrota. Datam dessa época a criação da Organização das Nações Unidas, a aprovação da Declaração Universal dos Direitos Humanos e o *Plano Marshal*. Este último, afora as controvérsias geradas sobre os verdadeiros motivos da sua implantação contribuiu com a recuperação e reconstrução de nações europeias aliadas.

Ironicamente, alguns anos depois, o Japão se torna aliado dos EUA, quando ocorre a Guerra da Coreia (1950-1953). Os Estados Unidos não tinham a China como aliada e, estrategicamente, deixa de lado as sanções feitas ao Japão, apoiando e financiando o seu desenvolvimento. Desse modo, uma parte da Coreia (Sul) se torna aliada americana e, a outra, Coreia do Norte, da União Soviética.

Tras la derrota sufrida por Japón en la Segunda Guerra Mundial, la reconstrucción de la economía nacional se convirtió en el objeto primordial de este país. Las fuerzas aliadas victoriosas implantaron las reformas económicas, políticas y sociales necesarias para iniciar la recuperación de posguerra, pensando en obtener un beneficio; la infraestructura industrial

existente se reestruturó, y jóvenes empresarios desplazaron a los antiguos líderes industriales aliados del imperio, naciendo así un nuevo tipo de producción. SALINAS FLORES (1992, p. 237).

Portanto, dados históricos e da literatura apontam para a explicação do motivo dos países asiáticos e da costa do Pacífico assumirem, após a Segunda Guerra Mundial, um novo espaço no cenário industrial, econômico e tecnológico mundial. Salinas Flores (1992) dá destaque de forma espetacular ao desenvolvimento industrial à chamada região Ásia-Pacífico. Encabeçados pelo Japão, o grupo de países conhecidos por Bloco dos Tigres Asiáticos (*Taiwan, Coréia do Sul, Hong Kong e Singapura*) adquiriram um destaque econômico que os situa, na década de oitenta, do século passado, como os maiores líderes mundiais em exportações de alta tecnologia inspirados em uma estratégia de mercado iniciada logo após a Segunda Guerra Mundial, a qual se baseia na desmontagem de componentes e na fabricação de baixo custo de artigos copiados, e posteriormente, migrando com excelente êxito para o desenvolvimento de alta tecnologia apropriada aos produtos adaptados ao gosto dos países consumidores.

Conforme salientado por Salinas Flores (1992), os países integrantes do *Bloco Tigres Asiáticos*, liderados pelo Japão, entram na segunda metade do século XX, com uma economia enfraquecida, sem grande tradição industrial e poucas probabilidades de competir com um mercado ocidental, capitalista, do consumo livre e repleto de oportunidades.

Denis (2000) enfatiza o fato de que desde 1940 e, se acentua no pós-guerra, ocorrera um processo consciente de internacionalização econômica de países desencadeando um império de diversas empresas multinacionais conquistando territórios além das suas fronteiras geográficas e, que por sua vez, servira para articular e reorganizar a recuperação da economia mundial, como mostra a Figura 26.

Figura 26: Região representativa dos Tigres Asiáticos.



Fonte: <http://caracteristicasdeglobalizacao.blogspot.com.br/>

Um dos aspectos comportamentais característico das sociedades do oriente, em particular, a japonesa parece ser a cultura da disciplina. A disciplina, no Japão, é algo aprendido e seguido a rigor em todos os aspectos, lugares e situações do cotidiano. E, nos setores produtivos, a disciplina também se faz presente seja com o operário quer seja com o dirigente. Talvez esta característica peculiar tenha feito alguma diferença para o que Japão e outras nações orientais terem se tornado a nova referência do pós-guerra:

Tendo aprendido a dominar e a aperfeiçoar as técnicas existentes, as indústrias japonesas acumularam um conjunto de conhecimento e de práticas sociais orientadas para a inovação e, a partir de então, seria muito mais fácil a aplicação de novas técnicas. HIRATA & ZARIFIAN (1991, p.175)

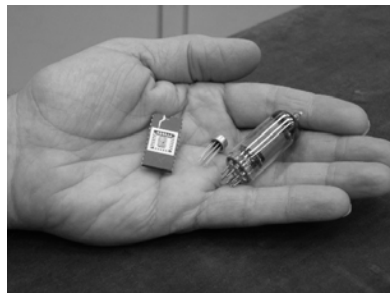
Há indícios, mas apenas suspeitas, de que a justificativa pelo processo de miniaturização desencadeado pelo Japão esteja enraizada na sua dificuldade geográfica de ter áreas maiores, portanto, uma preocupação incessante pela racionalização dos espaços.

O processo de desenvolvimento tecnológico do Japão se configura a partir dos anos da década de 1950 quando três entidades japonesas relacionadas à indústria realizam investimentos e ações junto às empresas e aos profissionais do setor. O *MITI* (Ministério de Indústria e Comércio), a *JIDA* (Associação Japonesa de Desenhistas Industriais) e a *JETRO* (Organização Japonesa de Comércio Exterior) iniciam uma campanha intensiva de promoção do design industrial, ampliam a quantidade de membros, organizam inúmeros seminários com as maiores personalidades mundiais daquela época e conduzem os estudantes projetistas para países como Estados Unidos e Alemanha com a finalidade de ampliarem seus conhecimentos. Paralelamente a este cenário, várias empresas japonesas surgem adotando tecnologias de ponta adquiridas pelas potências industriais, conforme menciona Salinas Flores (1992).

No Japão, o Ministério da Indústria e do Comércio dirige um Instituto de Artes Industriais, oferecendo serviços de *design* para pequenos fabricantes e um laboratório de verificação de produtos industriais que testa e prova todos os produtos para exportação. (HESKETT, 1998, p. 206).

Por outro lado, Bürdek (2002) salienta que o sucesso da indústria japonesa foi fortemente marcado pela capacidade de apresentar inovações ao mercado exemplificando o caso do transistor que embora tenha sido uma invenção americana foi o Japão que o difundiu e o empregou largamente na indústria eletrônica, conforme a Figura 27. Perspicazmente, a indústria japonesa se concentrou em poucos campos nos quais tinha controle e poderia no espaço pequeno de tempo obter rendimentos elevados. Podem-se destacar ainda os campos da mecânica de precisão (relógios), da óptica, dos aparelhos eletroeletrônicos (televisão e vídeo), dos automóveis e das motocicletas.

Figura 27: Exemplares da evolução da válvula para o transistor e, por fim, o *chip*.



Fonte: <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/10/a-transicao-para-transistores.html>

Ainda fundamentado em Bürdek (2002), os japoneses adotavam como estratégia de mercado o fato dos produtos possuírem um elevado padrão de qualidade, ter um valor relativamente baixo e estarem tecnicamente atualizados.

Rainer Wagner, portavoz de la empresa Sony en Alemania, observó en relación a la frase hecha “el imperialismo japonés” que la investigación y la industria en Europa y en los Estados Unidos están a menudo muy distantes entre sí. Efectivamente, la supremacía japonesa conciste a veces en saber llevar las innovaciones al mercado. BÜRDEK (2002, p.114)

Denis (2000) acrescenta que isto se deve ao fato das áreas do marketing, da engenharia e do design industrial atuar no Japão de modo bastante coeso. Novamente, este mesmo autor cita a multinacional *Sony* como exemplo de empresa de aparelhos eletrônicos ao estabelecer uma quebra de paradigmas do sistema produtivo fordista, vigente até então. A política de dar novas funções e desenhar novos produtos para atender às funções já estabelecidas ultrapassa os limites de proporcionar apenas aos consumidores aquilo que se espera de um produto. Como exemplos dessa estratégia se pode citar a televisão portátil, o rádio-relógio, o primeiro aparelho de videocassete comercializado (*Betamax*) e o aparelho de som *Walkman*, vide a Figura 28.

Figura 28: Ícone japonês da reprodução de música individual e portátil.



Fonte: <http://www.smh.com.au/digital-life/mp3s/sony-walkman-overtakes-ipod-in-japan-20090904-faic.html>

[...] produtos criados não para atender a uma demanda existente, já que ninguém concebia as suas funções antes que fossem criados, mas que passaram a gerar a sua própria demanda pela introdução de novas funções ou pelo seu redimensionamento. (DENIS, 2000, p.186).

Para Bürdek (2010) os casos de Taiwan e da Coréia do Sul foram bem parecidos com o do Japão, ou seja, acreditarem na inovação tecnológica e na área da engenharia do produto e do design industrial como instrumentos de competitividade e expansão do mercado local e exportador.

De acordo com Salinas Flores (1992), nas décadas anteriores Taiwan dependia, em grande parte, da produção japonesa, mas a partir dos anos oitenta, do século passado, abandonara a política de copiar os produtos e investiu em políticas de inovação e de originalidade dos desenhos. Um exemplo de destaque é da empresa automobilística *Yue Loong Motor Co.*, a qual tenha lançado em 1986 o *sedán Feeling 101*, considerado o primeiro desenho sem cópias e, portanto, original do país, planejado para se tornar um produto nacional de exportação. Em *Taiwan*, o grande agente promotor do design industrial e da inovação foi o *IDPC* (Centro Promotor do Desenho Industrial), no final da década de 1970, estimulando, por exemplo, a eletrônica, os calçados, os jogos e os transportes.

Quanto ao caso da Coréia do Sul, Salinas Flores (1992) caracteriza por um aprendizado junto ao Japão e também com *Taiwan*. As estratégias de mão de obra de baixo custo fundamentada

em um conhecimento científico e tecnológico a partir dos componentes importados e do produto global fizeram da economia do país um êxito e um exemplo a ser observado por todo o mundo. Nesse caso, este autor menciona o exemplo das empresas que ampliaram seus mercados. A *Samsung*, a *Goldstar*, a *Daewoo* e a *Hyundai* no setor de eletrônicos como jogos, rádios e fornos micro-ondas até computadores pessoais. A lista de abrangência da *Hyundai* amplia às embarcações, automóveis, caminhões, ônibus e transporte de passageiros:

La diversificación de algunas de estas corporaciones es cada vez mayor: la Samsung por ejemplo, vende también textiles, equipo para telecomunicaciones, aeronaves de guerra, barcos, seguros y muchas otras cosas más. (SALINAS FLORES, 1992, p.244-5).

Bürdek (2010) apresenta uma extensa e minuciosa história, bastante detalhada de cada nação, sob o viés da evolução do design industrial algo que foge do escopo desse estudo. Nessa reflexão, o autor ilustra esse processo ocorrido na Grã-Bretanha, Alemanha (Democrática e a Federal), Áustria, Suíça, Itália, Espanha, França, Holanda, Escandinávia, Dinamarca, Finlândia, Noruega, Suécia, Rússia, América do Norte, Estados Unidos, Canadá, América do Sul, Brasil, Ásia, China, Hong Kong, Japão, Coreia, Cingapura e Taiwan.

Outro aspecto relevante ao design industrial trata das questões ambientais. O discurso ecológico começa na década de 1970 e assume maior intensidade nas décadas seguintes. Nesta década foi divulgado ao público um relatório do *Clube de Roma* a respeito da condição da humanidade. Ficou evidente no relatório que “o crescimento continuado e exponencial das nações industrializadas teria perdido sua base em tempo previsível”, afirma Bürdek (2010, p.62). Do mesmo modo, a adoção de práticas insustentáveis aponta para um esgotamento das matérias-primas e das reservas, para a degradação ambiental – vide a Figura 29 – e, juntamente, com o crescimento desordenado da taxa populacional contribuiu para desestabilizar o sistema industrial. Assim, foram estabelecidas as primeiras exigências no âmbito da ecologia, embora tenham permanecido “esquecidas” durante anos.

Figura 29: Problemas ambientais e de sustentabilidade.



Fonte: <http://www.portalinvest.com.br/noticia/etc-/relatorio-da-onu-preve-colapso-ambiental-em-2050-noticia-4994.html>

Nesse percurso, teóricos e pensadores do desenho projetual com uma consciência social como *Victor Papanek*, *Gui Bonsiepe*, *Thierry Kazazian*, *Jacques Fresco*, *Ezio Manzini*, dentre outros,

realizaram várias obras teóricas e projetuais que caminham na perspectiva de inserir o design industrial como agente importante na transformação das sociedades tecnologicamente sustentáveis.

Tambini (2002) salienta que, na década de 1980, as preocupações ecológicas, os bens recicláveis e a comunicação em massa proveniente das mídias digitais foram os principais marcos desencadeados na sociedade. O mesmo Tambini (2002) chama a esse fenômeno de “aldeia global” quando determinados avanços provenientes das novas tecnologias – computadores pessoais, aparelhos de fax, *modems*, correios eletrônicos e os satélites de comunicação e de radiodifusão – estreitaram a comunicação entre distâncias físicas além da instantaneidade da transmissão das informações.

Para Denis (2008) mesmo com as incertezas características de uma época tão dinâmica e efêmera, de economia neoliberal, como é o mercado global, comuns ao final do século XX e início do século XXI, e cujos cenários podem se destacar as privatizações, as fusões entre empresas, a enorme competitividade, os vários exemplos de demissões em massa além da terceirização de serviços especializados o período marcado pelo processo de globalização mundial pode ainda trazer muitos frutos e crescimento para as áreas, no caso, do design industrial.

Bürdek (2010) salienta que a Globalização deu seus primeiros passos na década de 1980, quando empresas asiáticas instalaram escritórios no continente europeu e nos Estados Unidos para colherem dados dos mercados locais e desenvolver produtos para cada um deles. Outra forma de estratégia globalizada surge quando as empresas descentralizaram a produção instalando unidades em outros países.

2.1.2.7 Primeiros anos do século XXI

Com base em autores já citados, anteriormente, o século XX finda com o surgimento de questões mundiais emergentes e pertinentes determinando novas exigências para o design industrial a partir de tendências quanto ao processo de informatização, da virtualidade, da globalização, do meio ambiente e da dicotomia entre as nações desenvolvidas e em vias de desenvolvimento, como ilustra a Figura 30. Determinadas áreas se encontram em pleno processo de transformação como é o caso da robótica, da cibernética, da nanotecnologia implicando em novos importantes desdobramentos históricos futuros para a inserção e a contribuição do design industrial.

Figura 30: Artefatos da era da eletrônica e da comunicação digital.



Fonte: <http://gustavocontabilidade.blogspot.com.br/2009/09/mudancas-nos-escritorios-contabeis.html>

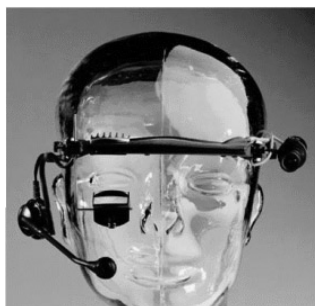
Todos esses fenômenos atingiram diretamente a área projetual. Para Bonsiepe (2011, p.245) ao tratar do processo de *globalização dos mercados* faz menção a quatro tipos de globalização: i) *da tecnológica*; ii) *da econômica*; iii) *da cultural*; e, iv) *da política*. A primeira tem a ver com “[...] os avanços da informática, comunicação e transportes”. A segunda, por sua vez, abrange “o comércio sem limites e fluxos internacionais de capital sem controles”. O terceiro tipo de globalização aborda “[...] a difusão mundial dos valores e modelos de consumo ocidentais”. E, por último, no campo da política, responsável por uma “[...] recolonização da Periferia ou aquilo que se chamou de Terceiro Mundo”, (Idem).

Segundo De Moraes (2010), a globalização, desde a última década do século passado, trouxe para a civilização um cenário dinâmico, mutável, repleto de imprevisibilidades e inconstâncias às sociedades. O que era *status quo* remanescente do período da modernidade e início da pós-modernidade, como eventos previsíveis, lineares, estáticos, fórmulas prontas, normalidade e bastante regulares, agora, são de natureza instável. Os eventos e fenômenos mudam na mesma velocidade que as inovações a que se tem assistido.

Portanto, questões que, em um dia podem estar no ápice das discussões como emprego, trabalho, segurança financeira, investimentos, aquisições, mercados dentre outros, no dia seguinte, podem se manifestar de modo bem diferente dos dias anteriores. Isso parece se caracterizar bastante no início do século XXI em todos os segmentos sociais. A capacidade criativa na rapidez de resposta e de adaptabilidade dos agentes envolvidos definirá a permanência de uns e a sucumbência de outros nos cenários.

Bürdek (2010) aponta que desde o final do século passado a sociedade esteve passando por mudanças decorrentes à *cultura do corpo*, da era digital e das áreas biológicas. Nesses casos, já existem inserções mais atuais de sistemas vestíveis (*wearables*), ou seja, a computação mais próxima do corpo; dos *sistemas embutidos onipresentes* característicos de sistemas com pouca ou nenhuma interação humana; dos implantes, cujos microprocessadores ficam internos ao organismo; dos *cyborgs (cybernetic organisms)*, caracterizados pela forma intermediária entre seres naturais e artificiais, conforme a Figura 31. Segundo este autor, a união entre as pesquisas no campo da genética e da informática – bioinformática – possibilitará novas inserções e desdobramentos projetuais.

Figura 31: Exemplo de tecnologias vestíveis e imersivas para pessoas deficientes.



Fonte: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2003/ju223pg12.html

Desse modo, as novas gerações de projetistas já estão tendo vivências, inserções e percepções do que os espera em termos de mudanças e inovações tecnológicas e científicas passíveis de aplicação durante a projeção de produtos e de artefatos industriais neste século.

2.1.3 O caso do ensino em design industrial no Brasil

Os documentos históricos e as publicações de renomados pesquisadores a respeito do surgimento da área do design industrial no Brasil demonstram que mesmo antes de haver a oferta de formação educacional de desenho industrial alguns pioneiros já aplicavam em seus projetos de mobiliários aspectos da produção seriada tão comuns à indústria. Dentre eles se podem destacar os projetistas *Joaquim Tenreiro, Zanine Caldas, Geraldo de Barros, Michel Arnoult e Sérgio Rodrigues*, conforme De Moraes (2006).

Todavia, enquanto disciplina sistematizada, registros apontam que o design industrial, no Brasil, tenha ocorrido por vias do ensino de nível superior a partir da década de 1950, de acordo com Cara (2008). A seguir, apresentam-se algumas iniciativas históricas de cursos de design industrial no país.

A primeira iniciativa foi em São Paulo com o Instituto de Arte Contemporânea, do Museu de Arte de São Paulo (MASP), entre 1951 e 1953, conforme Leon (2006), Figura 32.

Figura 32: Curso de desenho preparatório para professores (IAC).



Fonte: http://masp.art.br/2013/masp_timeline

A Figura 33 ilustra o local onde ocorreu a segunda tentativa com a Escola Técnica de Criação do Museu de Arte Moderna (MAM), no estado do Rio de Janeiro, Cara (2008).

Figura 33: *Hall* do Museu de Arte Moderna, Rio de Janeiro.



Fonte: <http://construtividade.blogspot.com.br/>

A Figura 34 mostra o local da terceira tentativa do ensino no país. Em 1962, a terceira investida foi em São Paulo novamente e aconteceu pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP). Segundo Denis (2008) “a FAU deu início ao ensino de desenho industrial em nível superior no Brasil”, Denis (2008, p.190).

Figura 34: Prédio da FAAUSP (aproximadamente 1960).



Fonte: <http://topicos.estadao.com.br/fotos-sobre-fau-usp/usp,13385f7e-5dca-4bbc-b43d-5f0bb70132d9>

A última tentativa se deu por intermédio de manobras políticas, o governador de Guanabara, Carlos Lacerda, consegue financiar a criação de uma escola, no Rio de Janeiro, que representasse os ares da modernidade e sintonizada com o plano de desenvolvimento econômico e industrial promovido por Juscelino Kubitschek (JK), fruto da investida de um grupo de profissionais ligados à área, Cara (2008). Assim, em decreto número 1.443 de 25 de dezembro de 1962, nasceu, oficialmente, a Escola Superior de Desenho Industrial⁵ (ESDI), como mostra a Figura 35. Para De Moraes (2006), a ESDI, na verdade foi a primeira escola de ensino superior da América Latina a oferecer um curso de design industrial inspirada nos moldes europeus da HfG – *Hochschule für Gestaltung* – de Ulm.

Figura 35: Instalações originais da ESDI.



Fonte: <http://designativo.blogspot.com.br/2010/06/esdi.html>

Segundo Bomfim (1978) o currículo do curso *Produktform* – Design industrial – da Escola HfG, de Ulm, sofreu três fases de mudanças entre 1953 e 1968, vide Quadro 04.

⁵ Há momentos no texto em que se optou pela manutenção da expressão em português “desenho industrial”, em lugar do termo anglicista “design industrial”, por ser o título de um curso, de uma instituição originalmente aberta ou pela conservação da citação do autor pesquisado.

Quadro 04: Evolução da estrutura curricular do Curso da *HfG/Ulm*.

Período	Disciplinas curriculares ofertadas no Curso da <i>HfG/Ulm</i>
Plano inicial do currículo (1953)	Aulas: Leis Gráficas e Tipografia; Mágica das Cores; Correntes Principais na Arte do Século XX; Ensino da Forma e da Cor; Visão e Formação; Modificações na Forma.
	Seminários e Exercícios: Escrita e Ritmo; Ensinamentos Básicos sobre a Cor, Desenho e Forma; Formação Espacial; A Beleza das Obras de Arte; Exercícios e Tratamento Crítico dos Resultados Formais; Teoria da Arte do Século XX; Exercícios Básicos no Ensino da Forma e da Cor sob a Aplicação da Teoria de Paul Klee e Joost Schmidt; Investigação da Razão Humana Segundo David Hume; Descritiva e Desenho Técnico como Métodos de Representação; Formas Naturais e Formas Técnicas.
	Curso de Línguas: Inglês e Conversação Inglesa; Alemão para Estrangeiros e Espanhol.
	Palestras: Nossa Posição em relação à Arte de Kandinsky e Klee; O Trabalho Orgânico da Forma; A Chance das Televisões; O Terror Psicológico; Miséria e Possibilidade dos Filmes; Revolução sem Graça – A Ditadura Bolchevista; A Juventude como Força para as Novas Construções; A Investigação da Forma dos Animais; A Responsabilidade Intelectual das Nossas Cidades; A Literatura e os Modernos Meios de Publicação; A Cidade como Espaço Vital; O Mundo em Escuta – da Dramaturgia das Rádios.
Segundo currículo (1959)	Curso Básico: Meios de Representação; História da Cultura do Século XX; Matemática, Física, Química; Análise Matemática Operacional; Metodologia; Sociologia; Direitos Autorais e outros; Metodologia Visual; Trabalhos em Oficinas; Teoria da Ciência.
	Curso Específico: Desenvolvimento de Projeto; Fisiologia Aplicada; Seminários sobre História; Ensino da Fabricação; Mecânica; Sociologia; Teoria dos Materiais e Fundamentos do Desenho Técnico.
Terceiro currículo (1966)	Curso Básico: Ergonomia; História da Cultura do Século XX; Cibernética; Metodologia; Economia; Política; Psicologia; Sociodinâmica da Cultura; Sociologia.
	Curso Específico: Teoria do Desenho Industrial; Ergonomia; Desenvolvimento de Produto; Geometria Construtiva; Modelos e Representação; Consulta Sociológica; Física Técnica; Estrutura Técnica dos Produtos.

Fonte: Bomfim (1978)

Não restam dúvidas que o modelo importado de ensino para o Brasil implantado na ESDI, durante os anos iniciais de 1960, foi importado da Escola de *Ulm*. Pesquisadores reconhecidos como Fernández e Bonsiepe (2008) ilustram o fato similar também aos países em processo de desenvolvimento como a Índia e o México.

Também não há dúvidas sobre o legado e a importância da criação da ESDI, mesmo em um país com um parque tecnológico sem expressão internacional e, muito pouco nacional, além de ter sido instalado em um estado que não representasse esse quadro de estrutura e cultura industrial.

Segundo Bürdek (2010), outro dado sem contestações é que, na primeira década do século XXI, o Brasil contava com mais de uma centena de escolas e cursos de nível superior no país, obviamente, evoluídas, transformadas e adaptadas do primeiro modelo da ESDI. Atualmente, esse número cresceu bastante e também tem crescido no país o número de cursos superiores tecnológicos com ênfase em design de produto, embora, normalmente, possuam uma carga horária menor, são considerados e validados como ensino de nível superior pelo Ministério da Educação.

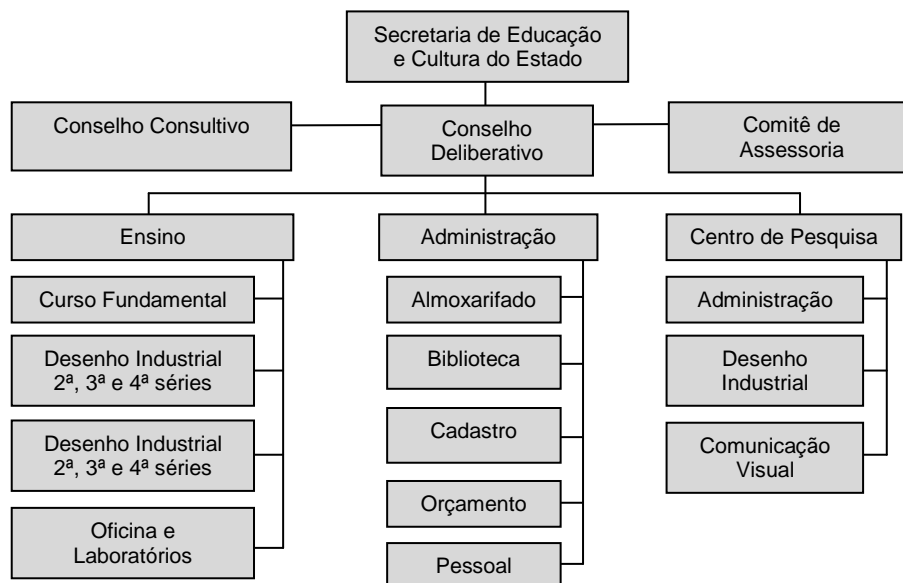
A justificativa da abertura desse item neste estudo diz respeito ao modo como o design industrial, ênfase em projeto de produto, foi e continua sendo implantado nas unidades educacionais de ensino superior e o que isso tem implicado na área e repercutido no perfil dos acadêmicos, futuros profissionais do design industrial.

O design industrial, embora seja recente se comparado a outras áreas conceituadas e tradicionais como é o caso, da medicina, do direito ou das engenharias, já não é a mais recente de todas uma vez que outras áreas surgiram após a segunda metade do século XX como é o caso da

computação, da engenharia de produção e demais especialidades das engenharias, dentre outras. As personalidades representantes do design industrial brasileiro não cabem mais na contagem dos dedos das mãos e, certamente, ultrapassem a inclusão dos dedos dos pés. Esses são dados que no meio só há consensos e sem refutações. Por esse motivo, não cabe nesse estudo outro resgate histórico extenso novamente sobre a história do design industrial no Brasil, por acreditar-se que existem outras produções notórias que já o fizeram anteriormente.

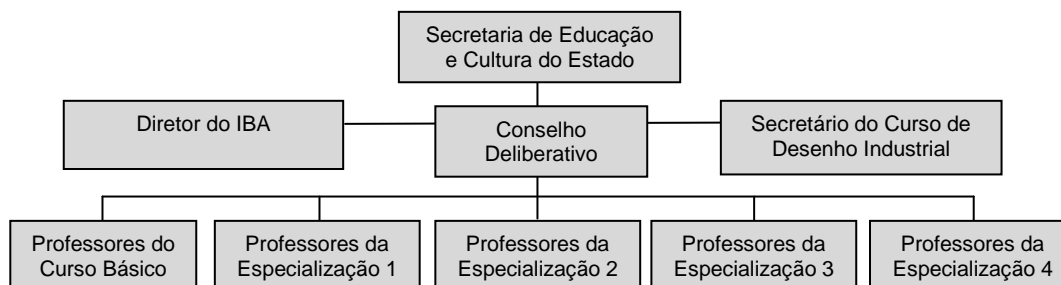
Todavia, retornando ao ensino da ESDI, Niemeyer (2007) apresenta o organograma funcional e alocacional do curso original de Desenho Industrial e Comunicação Visual, conforme as Figuras 36, 37 e 38.

Figura 36: Organograma da ESDI, quando da sua criação.



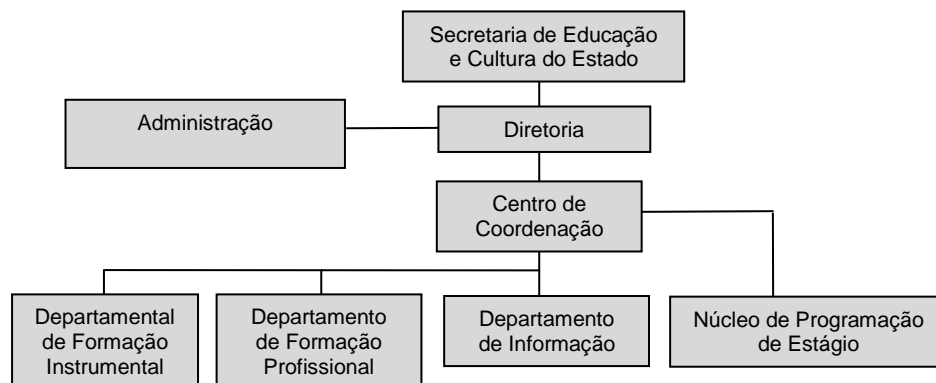
Fonte: Niemeyer (2007)

Figura 37: Primeiro organograma do curso de *design* do Estado.



Fonte: Niemeyer (2007)

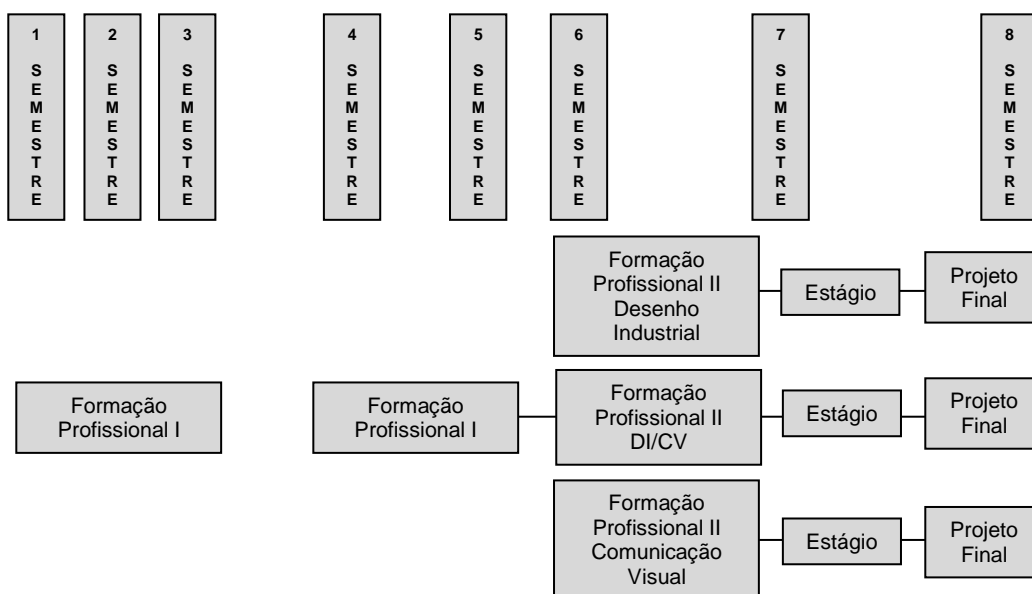
Figura 38: Segundo organograma do curso da ESDI.



Fonte: Niemeyer (2007)

A Figura 39 refere-se à estrutura curricular inicial da ESDI – grade de ensino – fornecida por Niemeyer (2007). Observa-se que desde aquela época mantém-se uma tendência pelo uso de quatro anos de formação profissional divididos em ciclos evolutivos e de aquisição de determinados níveis de aprendizagem focada em Desenho Industrial e Comunicação Visual, antigos termos os quais designavam as competências, e que atualmente, estão praticamente extintos. Pode-se ainda verificar que no penúltimo semestre letivo consta de um estágio a ser desenvolvido visando contemplar a prática profissional e de mercado de trabalho seguido do projeto de final de curso de graduação no ensino superior. A autora discorre na obra de maiores detalhes sobre as disciplinas, conteúdos e demais práticas pedagógicas as quais se optou pela sua omissão nesse trabalho, longe de desmerecimento ou negligência, mas por não se deter a esse nível de aprofundamento.

Figura 39: Estrutura inicial do curso da ESDI



Fonte: Niemeyer (2007)

O Quadro 05, por sua vez, foi extraído de Bomfim (1978) e ilustra as disciplinas do primeiro currículo do curso da ESDI.

Quadro 05: Primeira estrutura curricular do Curso da ESDI.

Período	Disciplinas curriculares ofertadas no Curso
Curso Fundamental	Iniciação à Cultura Contemporânea; Psicologia (Teoria da Percepção); Análise dos Meios de Representação; Fotografia; Desenho Técnico; Perspectiva Geométrica e Descritiva; Prática de Representação Visual; Metodologia Visual; Introdução Metodológica à Tecnologia; Comunicação Visual.
Segundo Ano	Cultura Contemporânea I; História da Tecnologia; Antropologia Cultural; Investigação Operacional; Desenvolvimento de Projeto I; Teoria da Fabricação I; Teoria dos Materiais I; Mecânica I; Ergologia I.
Terceiro Ano	Cultura Contemporânea II; Sociologia I; Economia I; Teoria da Informação I; Desenvolvimento de Projeto II; Teoria da Fabricação II; Teoria dos Materiais II; Construção Técnica I; Ergologia II; Introdução à Automatização I.
Quarto Ano	Cultura Contemporânea III; Sociologia II; Economia II; Teoria da Informação II; Desenvolvimento de Projeto III; Teoria da Fabricação III; Teoria dos Materiais III; Ergologia III; Introdução à Automatização II.

Fonte: Bomfim (1978)

Desse modo, paulatinamente, nas décadas seguintes os cursos de design Industrial foram sendo implantados em unidades acadêmicas – centros e departamentos – associadas às Artes, à Arquitetura, algumas vezes, às Humanas.

Verifiquei também que a estética modernista esteve presente nas propostas originais dos cursos de *design* no Brasil. Nelas estava expressa a preocupação de que fosse encontrada uma linguagem formal em *design* que sintetizasse as concepções artísticas contemporâneas com signos da tradição nacional. NIEMEYER (1995, p.71)

Em Minas Gerais, a Universidade Mineira de Artes (UMA), como mostra o prédio antigo na Figura 40, a partir de funcionamento de um curso técnico em desenho industrial, desde o ano de 1957, torna-se de nível superior em 1968, após o reconhecimento do Ministério da Educação e Cultura, vide De Moraes (2006).

Figura 40: Edificação da primeira sede da Escola de Design (UMA).



Fonte: <http://www.ed.uemg.br/sobre-ed/historia>

Em São Paulo, a Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP), ilustrada na Figura 41, instituiu o curso de desenho industrial no ano de 1967.

Figura 41: Vista aérea da FAAP, São Paulo.



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:FAAP,_vista_%C3%A1erea.jpg

O Curso de Desenho Industrial, da Universidade Federal de Pernambuco, foi outro desses exemplos. Mesmo tendo uma estrutura curricular adaptada do modelo ulminiano, foi implantado no Centro de Artes e Comunicação, por volta de 1972, vide Figura 42, local onde foi acolhido e alimentado pelas correntes artísticas e arquitetônicas do ensino superior daquela instituição. O Estado de Pernambuco, embora situado no Nordeste, distante da Região Sudeste, e, por conseguinte, das regiões ditas mais industriais, tinha forte tradição em manifestações artísticas, arquitetônicas e urbanísticas.

Figura 42: Fachada principal do Centro de Artes e Comunicação da UFPE.



Fonte: <http://www.flickr.com/photos/sheeperson/2842080730/>

Na UFPE, as primeiras turmas possuíam formação conjunta entre Desenho Industrial e Comunicação Visual. Em reforma curricular seguinte, por volta de 1988, a opção de ingresso separava os currículos de ambas as formações fortalecendo cada uma especificamente. O Quadro 06 demonstra a Habilitação Projeto de Produto com suas fraquezas e fortalezas.

Quadro 06: Estrutura curricular do Curso de DI/PP da UFPE.

Período	Disciplinas curriculares ofertadas no Curso de DI/PP
Primeiro ao Oitavo Semestre	História das Artes; Desenho Artístico; Metodologia do Estudo; Desenho Geométrico; Introdução ao Projeto do Produto; Estudos de Problemas Brasileiros; Matemática.
	História do Desenho Industrial; Técnicas de Representação 1; História da Ciência e Tecnologia; Antropologia; Elementos de Cálculo; Linguagem Visual 1; Projeto do Produto 1.
	Técnicas de Representação 2; Teoria da Comunicação 1; Estruturas; Linguagem Visual 2; Projeto do Produto 2; Educação Física; Fundamentos da Redação Técnica 1.
	Teoria da Comunicação 3; Estudos Sociais e Econômicos; Representação Tridimensional; Geometria Gráfica Tridimensional 1; Projeto do Produto 3. Mecanismos.
	Técnicas de Representação 3; Análise do Produto 1; Geometria Gráfica Tridimensional 2; Projeto do Produto 4; Produção Industrial 1; Ergonomia 1; Inglês Instrumental 1.
Técnicas de Representação 4; Análise do Produto 2; Desenho Técnico 1A; Projeto do Produto 5; Produção Industrial 2; Fundamentos da Redação Técnicas 2; Ergonomia 2.	

	Inglês Instrumental 2; Desenho Técnico 2A; Projeto do Produto 6; Produção Industrial 3; Computação Aplicada ao Design 1.
	Ética; Legislação e Normas 1; Mercado Profissional; Computação Aplicada ao Design 2; Projeto do Produto 7.
Optativas	Sem disciplinas optativas
Convenções	Presença de Pré-Requisitos e Co-Requisitos.
Carga Horária Total	2.925 horas

Fonte: Consulta ao histórico escolar de graduação de ex-aluno (UFPE/PROACAD, 1993).

Em 1975, foi a vez de o estado paranaense fundar dois cursos de Desenho Industrial – Universidade Federal do Paraná e Pontifícia Universidade Católica do Paraná – de acordo com Wolanski e Seefeld (2010).

Tudo isso ocorreu quando, de fato, o Brasil, no começo de 1960, não havia ainda se industrializado. Havia um projeto nacional de industrialização apoiado pelo Presidente *Juscelino Kubitschek*, mas esse processo de implantação estava recém-iniciando, como exemplifica a Figura 43. Isso significa atestar que a cultura da tecnologia industrial ainda não esteve inserida totalmente no meio social e muito pouco na academia brasileira. Portanto, onde alocar essa área na academia? Caso o Brasil já estivesse ultrapassado sua revolução tecnológica e industrial, como alguns autores afirmam que existem de modo distinto para cada contexto, possivelmente, poderia ter sido inserida junto das áreas tecnológicas, “duras” e inovadoras, ou seja, próximo das engenharias. Porém, àquela época, no Brasil, tudo indica que as engenharias ainda não tinham uma compreensão clara sobre o design industrial.

Figura 43: JK dirige caminhão Mercedes-Denco na inauguração da fábrica no Brasil.



Fonte: <http://merce-denco.blogspot.com.br/2012/10/l-312-o-caminhao-que-deu-inicio-saga-da.html>

Soma-se a isto o fato de àquela época não existir ainda, no Brasil, um contingente humano de professores com formação em design industrial, distintamente da atualidade, o qual pudesse sustentar as demandas dos cursos em processo de instalação e funcionamento sem correr o risco da descaracterização.

De acordo com Bittencourt, Viali e Beltrame (2010), dados históricos apontam que as engenharias no Brasil, durante o século XIX, estavam mais preocupadas, com as demandas de Portugal – principalmente a agricultura, a mineração, a fortificação e a artilharia – e, posteriormente, até a metade do século XX, as novas demandas advindas da modernidade – construção civil, a metalurgia, a siderurgia e a eletricidade. Embora novos segmentos industriais começassem a se

instalar no país após a Primeira Guerra Mundial isso se mostrava ainda incipiente e com extrema dependência externa. A produção industrial, com ares de autenticidade no Brasil somente ocorre após a Segunda Guerra Mundial. A própria engenharia de produção e outras engenharias mais especializadas – da mecânica, de materiais e da elétrica – somente surgem no país – a partir desse período.

Como naquela época, essa visão não existiu, a solução foi alocar o design industrial próximo das Artes e da Arquitetura por haver inserções e manifestações artísticas e de projeto comuns aos seus perfis curriculares, até porque *Max Bill* – ex-integrante da *Bauhaus* – além de *Alexandre Wollner*, os idealizadores do curso para o Brasil, ambos tinham um perfil mais próximo das Artes Gráficas, vide Schneider (2010), Stolarski (2005) e tantos outros pesquisadores e historiadores do design industrial. Porém, basta verificar-se no Quadro 04 desse estudo, o perfil do primeiro currículo do curso *Produktform* da *Hfg* de *Ulm*, onde se constata a predominância artística no perfil curricular.

Portanto, os verdadeiros “padrinhos” do design industrial no Brasil, são merecida e incontestavelmente, os artistas e arquitetos. A imensa contribuição das Artes e da Arquitetura para a área também não há o que se questionar, entretanto, não ajudaram muito na aproximação nem na inserção do design industrial junto aos parques industriais e tecnológicos, nem às áreas tecnológicas e inovadoras ou correlatas ao desenvolvimento de produtos industriais seriados. Enquanto a área cresceu, fortaleceu-se e se desenvolveu junto das Artes e Arquiteturas um abismo se estabeleceu afastando cada vez mais o design industrial das engenharias.

Talvez, se o idealizador da área para o Brasil tivesse sido o sucessor de *Max Bill* à frente da *HfG* de *Ulm*, o projetista *Tomás Maldonado*, com seu perfil mais tecnicista e racionalista, a área do design industrial, em terras tupiniquins, tivesse tomado outro rumo, vide Quadro 04 desse estudo e os dois últimos perfis curriculares do curso *Produktform* da *HfG* de *Ulm*.

É perceptível também a diferença de outros modelos educacionais de países desenvolvidos industrialmente, ainda que o design industrial estivesse instalado na academia, em departamentos de Artes ou Arquitetura. Tudo indica que por causa do estado da arte tecnológica e científica já percorrida por cada nação industrializada já havia uma compreensão superior das engenharias quanto ao papel do design industrial de modo que estes atuavam de modo mais integrado ou sintonizado na academia e instituições de ensino.

Segundo Bomfim (1978), naquele ano, havia o registro de dezesseis cursos – de desenho industrial e/ou comunicação visual no país.

No Brasil, a primeira experiência pioneira e inovadora nesse sentido parece ter partido da Universidade Federal de Campina Grande, estado da Paraíba, quando implantou, no ano de 1979, um curso de Desenho Industrial, vide a Figura 44, no Centro de Ciências e Tecnologia, junto das áreas exatas e tecnológicas, diferentemente dos exemplos iniciais e anteriores.

Figura 44: Instalações do curso de Desenho Industrial (UFCG).



Fonte: Revista Eletrônica Design em Curso – 1978 a 2008.

O Quadro 07 ilustra o modelo do currículo do curso de design industrial iniciado pela Universidade Federal da Paraíba, mas em seguida alocado na Universidade Federal de Campina Grande. O primeiro currículo durou mais de uma década quando sofreu mudanças por causa de novas Diretrizes Curriculares do MEC, por volta de 1994. O exemplo desse Quadro 07 foi construído a partir de consulta a ex-aluno pertencente a este processo de transição do currículo.

Quadro 07: Estrutura curricular do Curso de DI da UFPB (1979 a 1994).

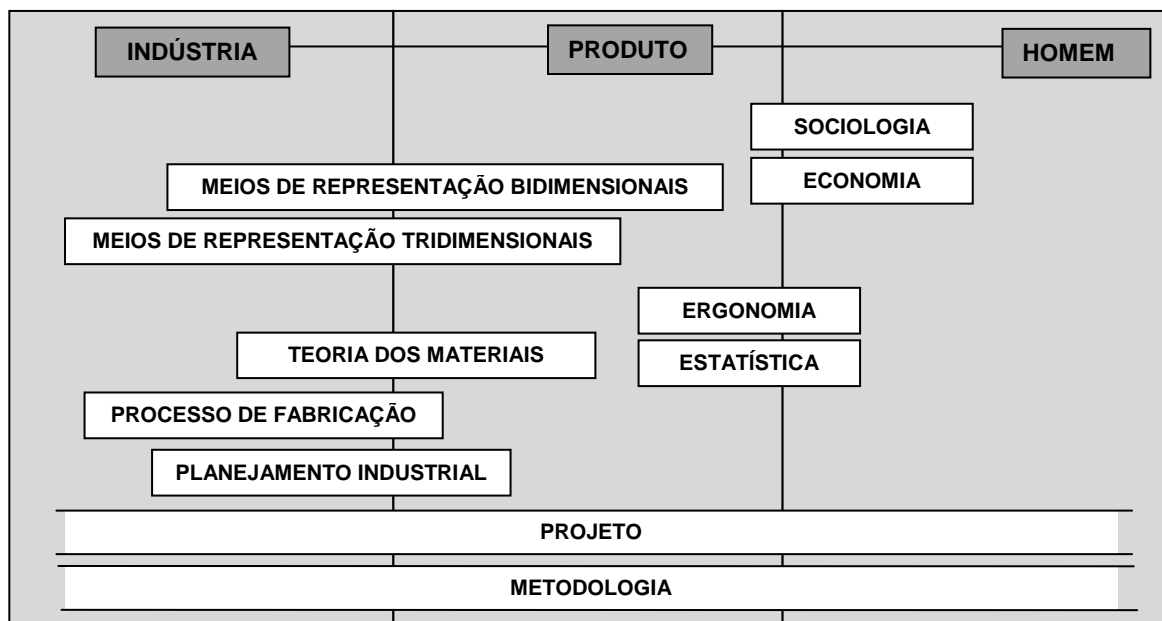
Período	Disciplinas curriculares ofertadas no Curso de DI
Primeiro ao Nono Semestre	Desenho Geométrico; Desenvolvimento de Projeto 1; Desenho de Apresentação; Metodologia Visual 1; Oficina de Modelagem 1; Oficina Mecânica 1; Oficina de Carpintaria 1; História da Tecnologia 1; Prática Desportiva.
	Metodologia Visual 2; Matemática Aplicada ao Desenho Industrial; Geometria Descritiva; Percepção da Forma; Oficina de Metais; Oficina de Modelagem 2; Desenvolvimento de Projeto 2; Oficina de Carpintaria 2; História da Tecnologia 2.
	Noções de Ecologia Aplicada ao Desenho Industrial; Teoria dos Materiais; Modelos Físicos; Desenvolvimento de Projeto 3; Física Aplicada ao Desenho Industrial 1; Desenho Técnico Aplicado ao Desenho Industrial; Língua Portuguesa.
	Processos de Fabricação I; História da Industrialização no Brasil; Física Aplicada ao Desenho Industrial 2; Noções de Ciências Sociais; Estatística Aplicada ao Desenho Industrial; Língua Estrangeira; Metodologia de Desenvolvimento de Projeto; Desenvolvimento de Projeto 4.
	Processos de Fabricação II; Projeto do Produto 5; Teoria da Informação; Ergonomia e Segurança Industrial 1; Fotografia 1; Laboratório Fotográfico 1; Legislação e Normas; Optativas.
	Desenvolvimento de Projeto 6; Ergonomia e Segurança Industrial 2; Fotografia 2; Laboratório Fotográfico 2; Optativas; Materiais e Processos Gráficos; Oficina Gráfica.
	Desenvolvimento de Projeto 7; Estágio Interno e/ou Projeto Orientado; Optativas.
	Desenvolvimento de Projeto 8; Optativas;
	Desenvolvimento de Projeto 9; Optativas.
Optativas	BLOCO A: Ecologia Brasileira; Ecologia e Recursos Naturais; Ecologia Regional; Desenho Ambiental; História da Arte; Metodologia da Ciência; Métodos e Técnicas de Pesquisa; Organização Científica do Trabalho; Sociologia do Consumo; Seminário Desenho Industrial. BLOCO B: Desenho de Máquinas; Materiais de Construção Mecânica; Oficina Mecânica; Tecnologia Mecânica; Resistência de Materiais. BLOCO C: Controle de Qualidade; Estudo de Tempos e Movimentos; Introdução à Ciência da Computação; Higiene e Segurança do Trabalho; Programação Contínua da Produção.
Convenções	Presença de Pré-Requisitos e Co-Requisitos.
Carga Horária Total	2.930 horas

Fonte: Consulta ao histórico escolar de graduação de ex-aluno (UFPB/PRAC, 1998)

O currículo do curso de Design industrial da UFCG foi originado a partir da dissertação de mestrado de Bomfim (1978), intitulada *Desenho industrial: proposta para reformulação no currículo*

mínimo, como ilustra a Figura 45. O estudo de Bomfim (1978) possuía muitos aspectos à frente daquela época não sendo compreendido em sua totalidade, como por exemplo, a integração do design industrial com as áreas de inovação tecnológica, ou seja, engenharias, principalmente, pelo restante do país.

Figura 45: Estrutura fundamental para reforma curricular de DI.



Fonte: Bomfim (1978)

Naquela época, como se pode constatar pelos exemplos dos perfis curriculares apresentados, os cursos implantados em unidades distintas da área tecnológica e, foram na sua maioria, mantinham nas estruturas curriculares conteúdos e grande carga horária dos quais eram ofertados e ministrados por profissionais das áreas tecnológicas e exatas. Alguns exemplos dessas disciplinas ou conteúdos são matemática, física, cálculos, estruturas, sistemas de transmissão de movimentos, materiais, processos de fabricação, resistência de materiais, planejamento e controle da produção e de processos, controle de custos, leiaute industrial, gerenciamento industrial entre outras.

Morris (2010), ao tratar da importância, eficiência e custo quase zero a partir do uso dos modelos simbólicos e matemáticos na atividade projetual do designer industrial salienta que estes podem fornecer o entendimento sobre determinadas funções ou sistemas, embora devam ser encaradas como representações simbólicas e meramente informativas da realidade e, jamais, informações exatas.

Esse modelo não precisa ser complexo. Por exemplo, a equação $força = massa \times aceleração$ pode ser usada como modelo do pé de uma criança sobre um patinete, mas poucos minutos de cálculo evitam o desperdício de muitas horas e esforços com abordagens elaboradas ou construções experimentais. Os modelos matemáticos são utilizados para localizar pontos de articulação, para calcular tamanho e potência ou para prever como os *designs* se comportarão com a mudança de variáveis como força ou temperatura. MORRIS (2010, p.102)

Tudo isso conduz a acreditar que nos perfis curriculares apresentados como exemplos havia uma interação, senão no âmbito, operacional e pragmático, mas no âmbito pedagógico produzindo condições de experiências entre áreas distintas. Mesmo com as adversidades, existia um terreno fértil entre a aproximação entre as áreas do design industrial com as engenharias ou as exatas. Os egressos possuíam condições de maiores inserções e repositório do conhecimento para dialogarem com as áreas tecnológicas e afins.

Por diversas razões já conhecidas e reconhecidas no cenário nacional o modelo, a que assistimos acontecer no meio acadêmico, afastou cada vez mais o design industrial dos setores produtivos, das indústrias e de outras áreas que porventura também tinham forte ligação com o desenvolvimento tecnológico e a inovação de produtos industriais, a saber, a engenharia mecânica, elétrica e de produção, e mais recentemente, da mecatrônica e da computação, por exemplo.

O último estágio assistido foi a alteração do termo desenho industrial para o termo *design*. O termo anglicista embora tenha suas qualidades fez surgir a necessidade das instituições de ensino superior criarem novas disciplinas e extinguirem outras dos cursos com o argumento de que a “nova área” deveria se encaminhar para uma visão holística, com perfil generalista, aglutinando e absorvendo outras demandas, como o próprio termo *design* comporta, preconizadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (2004), referentes ao bacharelado de Design, do Ministério da Educação e Cultura.

As disciplinas mais afetadas parece terem sido as associadas com a área industrial, de forte ligação com as áreas tecnológicas e de conhecimento científico racionalista por entender-se que “engessavam” a área e não refletiam o novo perfil pretendido. Boa parte delas foi extinta ou teve a carga horária reduzida drasticamente para dar lugar a outros conhecimentos da corrente generalista. O abismo e a lacuna entre essas áreas aumentaram consideravelmente e a maior prejudicada nesse sentido foi a área do desenvolvimento de produtos industriais, antigamente, desenho industrial, atualmente, designada *design* de produtos.

Em consulta interativa realizada, em outubro de 2013, ao sistema *on-line* do Ministério da Educação, portal eletrônico *E-mec*, a respeito das estatísticas de cursos cadastrados no referido sistema com nomenclaturas de “*Desenho Industrial*” ou “*Design*”, literalmente essas palavras, em todos os estados do país, constatou-se que há apenas um curso adotando a nomenclatura *design industrial*, sete adotando *desenho industrial* e cerca de quatrocentos e sessenta e sete utilizando-se do termo “*design*” e suas variadas associações, conforme a Figura 46 e o Quadro 08, respectivamente.

Figura 46: Sítio interativo para consultas do E-mec.



Fonte: <http://emec.mec.gov.br/> Acesso em 24.10.2013

Quadro 08: Consulta Interativa sobre cursos Desenho Industrial e Design registrados no Sistema E-MEC do Ministério da Educação.

Nomenclatura e denominação cadastrada no Sistema E-MEC		
Estado	Desenho Industrial*	Design**
AC		1
AM		9
RO		2
RR		2
AP		2
PA		8
MT		5
MS		7
GO		19
DF		13
TO		1
MA		5
PI		6
CE		17
RN		3
PB		7
AL		7
SE		2
PE	1	19
BA		18
MG		39
ES	1	14
SP		133
RJ		23
PR	4	2
SC		50
RS	1	54
TOTAL	7	467 + 1 = 468

* Programação Visual/Projeto de Produto.

** Gráfico, Moda, Produto, Interiores, Animação, Games, Joias e Gemas, Carnaval, Industrial, Digital, Calçados e outras.

Fonte: <http://emec.mec.gov.br/> Acesso em 24.10.2013

Fernández & Bonsiepe (2008), sobre o ensino do design industrial estabelecem, em síntese, alguns dados pertinentes. Embora na Alemanha o ensino de design industrial não parece andar junto com a engenharia, talvez explicado pelo seu processo histórico, não é o que ocorre na Holanda:

[...] las universidades de tecnologia ofrecen un número de cursos de licenciatura o maestria en ingeniería y el diseño – engineering design –, por ejemplo en Utrecht, Delft y Eindhoven. Todas estas escuelas tienen fuertes vínculos con industrias regionales. FERNÁNDEZ & BONSIPE (2008, p.301)

Um desses exemplos foi mostrado no Quadro 09, o qual trata do curso de Design Industrial e Engenharia, ofertado com formação única e integrada na Holanda, em Roterdã.

Quadro 09: Estrutura curricular do curso *Industrial Design Engineering, Hogeschool Rotterdam* (2003).

Período	Disciplinas curriculares ofertadas no Curso de Design Industrial e Engenharia da IPO RDAM
Primeiro ao Quarto Ano	<p>Conhecimento dos materiais e técnicas de produção; Como trabalhar e projetar em equipe? Teoria de planejamento e gestão de projetos; Visualização do produto: desenho, modelismo; “Meu primeiro produto eletrônico Philips”: projeto da equipe de design; Mecânica dos Materiais : Os cálculos da resistência; Ergonomia , forma e função dos produtos da interação de usuário e de Produto; 3D CAD Unigraphics NX; “De invenção ao produto” projeto individual de design; Técnicas de produção e materiais; Técnicas de comunicação e apresentação; Desenho Técnico: de acordo com as normas de desenho técnico ISO; Técnicas de esboço para o projeto de produtos de consumo; “Produto médico” Design e engenharia em equipes; Aplicação da mecânica de materiais e cálculos de resistência; Teoria da forma e estética: História do design industrial; Idioma Inglês: escrever e fazer apresentações em Inglês; Técnicas de prototipagem por usinagens 3DCAD; Desenvolvimento da forma através do uso de modelos; Multidisciplinaridade: desenvolvimento de veículos automotores. Trabalhando em equipes com alunos de engenharia automotiva; Desenvolvimento de veículos automotivos em equipes multidisciplinares.</p> <p>Vários cursos livres para escolha dos estudantes com orientadores.</p> <p>Total Carga Horária: 1148h</p>
	<p>Projeto e Construção de Mecanismo; Superfície 3D e formas complexas de modelagem sólida em 3DCAD; Projeto, individual; Moldagem por Injeção de plásticos. Projeto e Construção de moldes; Forças e análise de rigidez com software FEM; Modelagem de superfície 3D; Multidisciplinaridade: Conceito e engenharia de produção, equipes multidisciplinares com os alunos de Engenharia Mecânica, de Técnicas de produção e montagem: produtos de metal, pequenas séries; Análise de produtos com softwares de simulação: análise de fluxo e movimento em moldagem; Desenvolvimento avançado de formas complexas; Conceito e engenharia de produção de moldagem por injeção de produto seriado projeto de design Individual; Conhecimento de electrotécnica para designers; Treinamento em Solidworks 3D CAD; Visualização avançada de produtos; Multidisciplinaridade: desenvolvimento de veículos automotores. Trabalhando em equipes com alunos de engenharia automotiva.</p> <p>Vários cursos livres para escolha dos estudantes com orientadores.</p> <p>Total Carga Horária: 1932h</p>
	<p>Inovação; Teoria da organização empresarial; Estágio; Projeto CAD 3D; Engenharia e design de produto moldado por injeção; Organização e logística dos processos de produção; Especialização Livre para escolha dos estudantes:</p> <p>Gestão da Inovação;</p> <p>Empreendedorismo;</p> <p>Auxílio e desenvolvimento internacional;</p> <p>Gestão e consultoria;</p> <p>Gestão de negócios;</p> <p>Branding e embalagens;</p> <p>Marketing Internacional & Vendas.</p> <p>Total de Carga Horária: 1764h</p>

	<p>“O escritório de design”; Design Automotive Classe A modelagem de superfície; Materiais inovadores e técnicas de produção; Marketing e aspectos comerciais para designers. Especialização Livre para escolha dos estudantes: Gestão da Inovação; Empreendedorismo; Auxílio e desenvolvimento internacional; Gestão e consultoria; Gestão de negócios; Branding e embalagens; Marketing Internacional & Vendas. Projeto de Graduação – Monografia realizada internamente em empresa com desenvolvimento de projeto para a empresa. Total Carga Horária: 1848h</p>
Optativas e Obrigatórias	Primeiro e segundo ano contendo disciplinas optativas e obrigatórias; Terceiro e quarto ano contendo disciplinas estritamente obrigatórias com opção de especialização.
Convenções	Presença de Pré-Requisitos e Co-Requisitos
Carga Horária Total	6.692 horas

Fonte: Consulta a perfil curricular de graduação de ex-aluno (IPO RDAM, 2006/2010).

Em seguida, Fernández e Bonsiepe (2008), atestam que a Itália vem passando por um processo de mudanças no ensino, onde até a década de 1990, os estudantes somente podiam cursar design industrial em escolas de arquitetura e, atualmente, isso está mudando.

Outro dado interessante vem da Finlândia com um modelo de educação interdisciplinar:

[...] *La University of Art and Design Helsinki (UIAH)* oferece un modelo particular de cooperación entre universidades: un curso conjunto de Maestría en Gestión de Diseño es compartido entre La Facultad de Ingeniería – Universidad de Tecnología – La Facultad de Gestión – Universidad de Helsinki – y el Departamento de Diseño Estratégico em la UIAH. Cada grupo del proyecto está integrado por estudiantes de las três universidades, con lo que se aprovechan las sinergias de diferentes formaciones y habilidades”. FERNÁNDEZ e BONSIEPE (2008, p.301)

Hannah (2004), ao apresentar a área do design industrial ou do projeto de produto para possíveis interessados em se graduar e exercer esta profissão, além de expor o perfil exigido, o programa curricular, a forma de atuação e as principais escolas, faculdades, universidades ou institutos nos Estados Unidos, finaliza afirmando: “o ensino de design industrial (projeto de produto) não é o mesmo da engenharia, entretanto, os designers industriais atuam juntamente com os engenheiros”. Essa frase traduz bem quão necessária é a atuação conjunta dessas duas áreas e que pode ser gestada desde o processo da graduação dos estudantes, Hannah (2004, p.5-8).

Nesse sentido, os autores Fernández e Bonsiepe (2008) destacam sete itens que a Europa tem salientado durante o planejamento do ensino do design industrial:

- Redefinição do enfoque dos planos de estudos futuros (à habilidade, à tecnologia, à disciplina, à personalidade, à metodologia, à investigação, aos recursos ou aos temas);
- Mudança no processo formativo;
- Equilíbrio entre a produção acadêmica e a preparação projetual;
- Mudança no foco do ensino e da aprendizagem;
- Definição precisa das capacidades dos futuros projetistas;
- Reconsiderar o verdadeiro papel do design industrial nas universidades;

- Reconsiderar o modelo de comunicação entre as instituições.

No Brasil, segundo De Moraes (2006), no âmbito do setor produtivo nacional e industrial, a decepção foi maior uma vez que todos os esforços e investimentos para trazer o design industrial para o país não visava somente à academia, mas principalmente alavancar o país como uma referência industrial nas décadas seguintes. Isso não ocorreu devido a algumas estratégias equivocadas que o Governo Federal, nas mãos do Governo militar, adotara. A maior delas foi fornecer todas as oportunidades para a instalação das multinacionais. Se houve algum crescimento, foi na geração de empregos, no estabelecimento de uma classe média consumidora, da parte infraestrutural para a produção, no aumento do Produto Interno Bruto (PIB) e na projeção do país como uma nação em processo de desenvolvimento.

Segundo este autor, a contrapartida da política do regime militar quanto ao desenvolvimento industrial foi tão devastadora que obstruiu a melhor das intenções que havia e, ainda, hoje se sente reflexos dela: i) o surgimento e aumento da inflação; ii) a dívida externa cada vez maior ao Fundo Monetário Internacional; iii) a estagnação da classe média; iv) o investimento mínimo do PIB em Pesquisa e Desenvolvimento; v) o atrofiamento das áreas criativas e inovadoras; vi) a estagnação do design industrial.

Neste estudo, optou-se por se debruçar apenas nos três últimos itens, citados por De Moraes (2006), por estabelecer uma forte ligação com esta temática. Uma vez instaladas as multinacionais no Brasil, os produtos fabricados em terras tupiniquins, não passavam de cópias, reproduções ou adaptações de exemplares ultrapassados externos. As empresas, algumas até possuíam no seu quadro de funcionários engenheiros e quando muito, designers industriais, mas não tinham liberdade para gerar inovação, nem mostrar o talento real desses profissionais. Os profissionais que estavam saindo das primeiras turmas de egressos dos cursos daquela época, década de 1960 e 1970, no mínimo foram mal aproveitados pelas indústrias.

A baixa taxa de reinvestimento em P&D demonstrava o interesse em permanecer tudo do mesmo modo, ou seja, o interesse do regime militar em manter a dependência pelas tecnologias externas cujas multinacionais eram detentoras. Esse quadro caótico e sem perspectivas de visão de futuro inibiu e ofuscou a evolução das áreas criativas e inovadoras, que necessitavam de investimentos em ciência e tecnologia, para produzirem retorno econômico e social ao país, dentre elas as engenharias e o design industrial. A primeira, por ser mais antiga, e já ter alguma tradição reconhecida permanece inserida nos setores produtivos de algum modo. A segunda, frágil e incipiente, o design industrial, por ser recém-instalada, sem a tradição da primeira, e necessitando de políticas governamentais permaneceu no ostracismo e cada vez mais distante da interação com as indústrias.

Schneider (2010) a respeito da produção industrial nos países emergentes reforça a problemática das multinacionais e acrescenta que:

A maior parte dos bens de consumo de fabricação nos países do Terceiro Mundo sempre foi importada. E hoje ainda é assim. Nos países em que existia uma produção industrial própria, como nos chamados países emergentes, Brasil, Argentina, México, Índia e Coréia do Sul, o *design* de produto seguiu os modelos das empresas multinacionais sediadas nas

metrópoles, o que aconteceu de forma bastante notável e profissional. Contudo, o próprio mercado ainda não era tão diferenciado nem possuía um poder aquisitivo suficiente para que o design de produto pudesse ser utilizado como instrumento. SCHNEIDER (2010, p.239)

Somente na década de 1990 é que o Brasil começa a dar novos sinais de mudança quanto a isso, quando se abre o mercado nacional para os produtos estrangeiros. Tão logo, percebeu-se, naturalmente, a discrepância entre o nível de qualidade, de inovação, de originalidade e do poder de competitividade entre os produtos nacionais diante dos estrangeiros. Os governos seguintes desencadearam ações e estratégias nesse sentido, mas ainda há muito por fazer para que o design industrial se torne, efetivamente, uma profissão reconhecida pela sociedade, no meio empresarial e industrial.

Denis (2012) resume esse cenário atual em apenas um parágrafo:

Precisamos urgentemente rever nosso ensino de *design*, para que ele recupere um pouco do atraso considerável que o separa do meio profissional, do mercado de trabalho, das indústrias e das reais condições de vida em nosso país. Diferentemente de meio século atrás, quando as novas escolas de *design* se propunham a ser laboratório de inovação e pensamento, a universidade é hoje o elo mais fraco da complexa cadeia produtiva de *design*. DENIS (2012, p.42)

No final da primeira década do século XXI Brefe (2008) realizou um estudo de pós-graduação a respeito da integração entre design industrial e engenharia durante o processo de desenvolvimento de produtos em empresas brasileiras de pequeno porte:

Existe uma comprovada correlação positiva entre a utilização de design e o desempenho comercial das empresas. Portanto, é desejável que o design industrial seja integrado à engenharia no processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Este trabalho investiga a integração entre design industrial e engenharia no PDP, com ênfase em empresas brasileiras de pequeno porte, pois existem evidências de negligência desta abordagem integradora e dificuldades práticas, uma vez optado pela integração. [...] Os estudos de caso de desenvolvimento de produtos, com ênfase na integração precoce do design industrial à engenharia no PDP, permitem afirmar que os produtos desenvolvidos desta forma tendem a obter melhor desempenho tanto na performance técnica quanto de interface, o que potencialmente melhora suas chances de competição no mercado atual. Foram identificados benefícios e barreiras, adaptações nas “Boas Práticas” propostas para sua aplicação nas especificidades das pequenas empresas e implicações da situação observada. BREFE (2008); Trecho Extraído do Resumo da Dissertação de Mestrado.

O estudo de Brefe (2008) corrobora com parte das preocupações identificadas nesta tese. A confirmação de que a aproximação entre as áreas do design industrial e das engenharias, no que tange ao projeto de artefatos industriais, traz ganhos e benefícios aos agentes envolvidos, algo que pode se refletir em produtos inovadores e com grandes chances de sucesso. Esse ganho se estende também para a empresa e para a sociedade ao consumir um produto com maior qualidade.

Entretanto, o trabalho realizado de Brefe (2008), talvez porque não fora objetivo do próprio estudo, prioriza a investigação apenas no âmbito do mercado e do mundo do trabalho. O que esta tese propõe é que esta aproximação entre ambas às áreas deva se concretizar em estágio anterior,

durante o processo formativo, estudantil, acadêmico e de graduação dos indivíduos – designers industriais e engenheiros. Uma vez, esta sendo implantada nas instituições de ensino superior, naturalmente, no mercado de trabalho essa aproximação acontecerá de modo mais coeso, sem haver a necessidade da geração de estratégias ou esforços nessa direção e da comprovação dos resultados obtidos, com algumas raras experiências de sucesso.

Retornando ao meio acadêmico, a fundamentação deste trabalho, por acreditar-se que a mudança ocorrendo na base da estrutura do ensino, durante a formação da geração de novos profissionais, poderá conduzir e desencadear transformações no além-muro da academia.

Supõe-se que passado mais de meio século de ensino de design industrial no Brasil, já existem condições culturais e infraestruturais para se concretizar uma mudança paradigmática que busque maior comunicação, interação e interdisciplinaridade entre as áreas responsáveis pelo *desenvolvimento de produtos*⁶ e de artefatos industriais. Algumas nações estão fazendo isto, com olhares no futuro, para o ensino e a profissão, sem negligenciar os ganhos econômicos, de competitividade e de teor de inovação que as implementações podem desencadear em médio e longo prazo. Os aspectos relativos à inter e transdisciplinaridade foram retomados no tópico 2.1.5 da tese.

2.1.4 As mudanças sofridas na projeção: Evolução do DI

A partir do conhecimento prévio dos principais eventos, fatos e acontecimentos históricos envolvendo o design industrial é que se podem visualizar as mudanças sofridas na área, no modo e no comportamento dos profissionais e, por conseguinte, na sua maneira de atuar e de conceber as formas. A Figura 47, por exemplo, ilustra o modo como um projetista do final do século XIX projetava suas propostas.

Figura 47: Projetista arquiteto no final do século XIX.



Fonte: <http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/126491>

Denis (2008) explica que a área projetual “é fruto de três grandes processos históricos que ocorreram de modo interligado e concomitante, em escala mundial, entre os séculos XIX e XX: a *industrialização*, a *urbanização moderna* e a *globalização*”, Denis (2008, p.22); e, que foram

⁶ Durante a narrativa do texto da tese o leitor encontrará também a expressão “desenvolvimento de produtos” associada a de “artefatos industriais” por ser mais utilizada no campo tecnológico e das engenharias.

responsáveis pela “organização de um grande número de elementos díspares – pessoas, veículos, máquinas, moradias, lojas, fábricas, malhas viárias, estados, legislações, códigos e tratados – em relações harmoniosas e dinâmicas”, (Idem). Segundo o mesmo autor ainda, os vazios internos, externos e de conexões existentes entre esses fatores foram a causa do surgimento, dos desdobramentos e da evolução da área projetual – comunicação, artefatos e ambientes.

Heskett (2008) afirma que durante a primeira fase dos pioneiros em design industrial, atrelados ao período do século XVIII, os desenhistas, artistas e copistas costumavam praticar a cópia dos desenhos das empresas líderes ou daqueles profissionais renomados nas áreas:

Tinham pouca ou nenhuma noção de como conceitos estéticos poderiam se transformar em produtos, e essas novas circunstâncias, como sempre, demandavam o desenvolvimento de novas habilidades. HESKETT (2008, p.26).

Nesse sentido, segundo esse autor, pelo fato da indústria exigir um perfil completamente novo de projetistas de engenharia uma solução foi aproveitar a experiência de quem dominava os conhecimentos técnicos do “chão de fábrica” para solucionar os problemas de ordem da funcionalidade, como por exemplo, na fabricação de relógios e de componentes internos de motores a vapor.

Na mesma linha de pensamento, então Heskett (2008) aponta que surgiram, assim, dois grupos de profissionais responsáveis pelas formas dos artefatos: o primeiro, que mais tarde, seria conhecido por “consultor de estilo”, vivia em busca de novos conceitos possíveis de aceitação no mercado; o segundo grupo estava subordinado aos engenheiros, aos donos das empresas ou aos consultores de estilo e foram esses desenhistas que estabeleceram as técnicas de representação das especificações dos produtos. A questão grave é que não tinham autonomia para gerar novas formas e, basicamente, copiavam estilos tradicionais ou de produtos de concorrentes bem-sucedidos, salienta Heskett (2008).

Por muito tempo, outro grupo de desenvolvedores de formas ficou sob a égide de outras áreas uma vez que o ensino de design industrial ainda se encontrava incipiente ou bastante imaturo. Durante esse momento os artistas, os artífices, os arquitetos e os engenheiros se responsabilizaram pela elaboração dos desenhos e projetos de artefatos. Esse momento perdurou até as primeiras décadas do século XX quando o ensino de design industrial adquire uma formalização por intermédio de cursos e de escolas de ensino superior em diferentes países.

Após a fase de proliferação de ensino de nível superior nas academias, delineando as premissas básicas formativas do profissional em design industrial o que se viu foi um processo de novas inserções, moldagens e adaptações no perfil de acordo com as mudanças na sociedade em geral. As tendências externas aos muros da academia se responsabilizavam por esses ajustes no perfil dos profissionais.

Na Europa, de acordo com Löbach (2001), os designers industriais, sintonizados com a produção em massa, desde o final do século XIX, até perto do fim da primeira metade do século XX, sofreram influência direta dos inúmeros movimentos de vanguarda – *Art Nouveau*, *De Stijl*, o Neoplasticismo, o *Art Déco* – relacionados com a Era das máquinas e de determinados movimentos

artísticos como o Futurismo, o Cubismo e o Construtivismo, por exemplo, desencadeando aspectos da modernidade, da apologia aos novos materiais e às máquinas, mas, sobretudo, buscando a simplificação das formas a serem fabricadas por intermédio da geometrização. A Figura 48 mostra Peter Behrens considerado, por muitos, o pioneiro do Design Industrial.

Figura 48: *Peter Behrens*, considerado o pioneiro em design industrial.



Fonte: https://www.facebook.com/aegtelecomunicacoes?directed_target_id=0&filter=3

Outra fase a qual delineou um tipo de perfil dos designers industriais esteve atrelada aos aspectos funcionais de um produto sobressaírem aos aspectos decorativos ou estéticos. Um dos exemplos mais notáveis foi o caso do início da empresa americana quando *Henry Ford* produziu o *modelo T* sem variações de cores. Isso reflete ao modo como alguns projetistas projetaram produtos sem a integração de fatores estéticos aos funcionais como ilustra Heskett (2008).

A famosa máxima “a forma segue a função” do arquiteto americano *Louis Sullivan*, embora estivesse diretamente relacionada aos edifícios com forte teor decorativo, logo se incorporou ao universo do design industrial.

A função no *design* passou a ser normalmente interpretada levando-se em conta sua praticidade, e conclui-se que a maneira de fazer um produto e o uso que se pretende dar a ele deve, inevitavelmente, manifestar-se em sua forma. Essa premissa omite o papel da decoração e o modo como os sentidos podem ser expressos por meio das formas ou vinculadas a elas. HESKETT (2008, p.33-4).

O período da Escola *Bauhaus* (1919-1933) delineou, nos profissionais envolvidos com design industrial, aspectos da Arte associada ao artesão e artífice voltada para uma indústria da manufatura como uma possibilidade de transformações sociais em alguém que Heskett (2008) denominara de “artista-projetista”. Nesse sentido, houve um resgate importante aos elementos formais da primeira fase da *Bauhaus* contrabalançada com o tecnicismo da segunda fase. Uma grande contribuição da *Bauhaus* para a profissão foi a adoção da estratégia da experimentação, em diversos materiais, por parte dos estudantes ao desenvolverem seus protótipos, como foi o caso de Marcel Breuer, da Figura 49.

Figura 49: *Marcel Breuer*, um dos legados do período da *Bauhaus*.



Fonte: http://www.classica.com.br/sobre_designers.php

Cerca de vinte anos após o Modelo T de *Henry Ford* ser produzido e comercializado, uma nova tendência americana é implementada pela *General Motors*, unindo produção em massa e a diversidade de produtos. Esse fato caracterizou uma nova postura dos designers industriais em priorizar aparência visual como estratégia de diferenciação e consumo. O *Styling* americano, como foi denominado, principalmente marcado por *Raymond Loewy*, vide Figura 50, fez uma exploração e apelo visual nos produtos e artefatos industriais, com mudanças constantes, fortes campanhas publicitárias visando o consumo de modo impulsivo. Inclusive, segundo relatos históricos, foi uma das principais estratégias adotadas pelas empresas norte-americanas voltarem a vender após a crise da bolsa de valores de Nova York, atesta Heskett (2008). A contribuição extraída desse fenômeno para os designers industriais está associada ao fato da capacidade de inserir nas formas aqueles elementos que causam pregnância e desencadeiam nas pessoas processos de indução por consumirem algo.

Figura 50: *Raymond Loewy* e *Bob Bourke*, projetistas polivalentes e ecléticos.



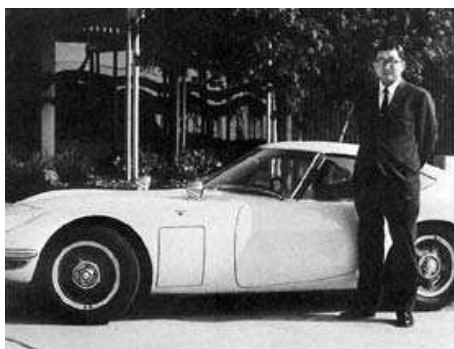
Fonte: <http://adverdriving.blogspot.com.br/2011/04/o-loewy-coupe-e-os-automoveis-que.html>

Outra contribuição, a que se somou às demais, durante o processo evolutivo da profissão de design industrial foi absorvida das áreas mais “duras”, aquelas com grande contributo às invenções e descobertas de conhecimentos científicos. A aplicação de conhecimentos científicos como a aerodinâmica e a hidrodinâmica, a partir da década de 1930, em determinados projetos de artefatos, demonstra a necessidade dos profissionais do design industrial se valerem dos métodos e instrumentos científicos, quando necessários, para inserirem suas propostas no campo das ciências, conforme Fiell e Fiell (2001).

Os períodos marcados pelas duas guerras mundiais – a Primeira (1914 a 1919) e a Segunda (1939 a 1945) – trouxeram outras características incrementadas nos perfis dos designers industriais uma vez que muitas empresas tiveram que servir aos seus governos direcionando seus parques tecnológicos a serviço da pátria além da escassez de matéria-prima e a contenção de recursos fortalecendo, assim, um perfil de racionalismo, aproveitamentos de recursos, redução de desperdícios, interesses por essencialidades em vez de banalidades, tendências efêmeras ou quantidades exageradas, durante a projeção ou à fabricação, Fiell e Fiell (2001).

Somam-se a isso os aspectos com a qualidade dos serviços e dos produtos cuja influência, boa parte, pode ter sido herdada da filosofia da empresa japonesa *Toyota* e do modelo *Just-In-Time*, basta verificar com Lubben (1998), Black (1998), Juran (1992) e Juran e Gryna (1992), dentre outros, abordam essas questões, como ilustra a Figura 51, do projetista da *Toyota*, *Jiro Kawano*. *Satoru Nozaki* foi o designer industrial do automóvel.

Figura 51: *Jiro Kawano* (Gerente de projetos) da *Toyota* desenvolveu o modelo *Toyota GT 2000*, (1967).



Fonte: <http://www.2000gt.net/Promotion/Kawanos.jpg>

De acordo ainda com Heskett (2008), uma nova influência aos designers industriais surge a partir da abordagem de produtos industriais, com maior qualidade da produção aliada a uma visão mais holística, transmitida para o mundo, principalmente, por intermédio dos ensinamentos de países como o Japão e a Alemanha do pós-Segunda Guerra, representadas por empresas que se tornaram internacionais como a *Sony* e a *Braun*, dentre outras.

À medida que a exigência aumenta na coordenação de aspectos associados à fabricação, à qualidade, à produtividade e à satisfação, surge à necessidade diante dos designers industriais em assumir um perfil e uma postura de gestor, líder ou coordenador. Maldonado citado por Fernández & Bonsiepe (2008) afirma que:

[...] en estrecha colaboración con un gran número de especialistas, los requisitos más variados de la fabricación y uso de productos; la responsabilidad final sobre la máxima productividad en la fabricación y sobre la satisfacción material y cultural máxima del consumidor será suya. Maldonado *apud* FERNÁNDEZ e BONSIEPE (2008, p.249-50)

Nesse íterim do pós-guerra, a Escola de *Ulm* transmitiu ensinamentos para a profissão do design industrial, como mostra a Figura 52, contendo uma reunião de colaboradores da *HfG*. Alguns

deles foram resgatados e aperfeiçoados de experiências anteriores como no caso da *Bauhaus*, mas talvez a mais emblemática contribuição tenha sido a inserção dos métodos projetuais, na teoria e na prática da solução de problemas de ordem material.

Figura 52: Gestão de *Tomás Maldonado, Hans Gugelot e Otl Aicher* (1964-66).



Fonte: <http://marianoferle.com.ar/sitios/maldonado/>

Os métodos projetuais evoluíram dos métodos e modelos científicos tão comuns àquela escola caracterizada pelo tecnicismo e pela ciência. Bürdek (2010), ao citar um dos pais da metodologia projetual, *Christopher Alexander*, apresenta quatro justificativas para a introdução dos métodos projetuais na busca de solução de problemas:

- Os problemas de projeto se tornaram por demais complexos, para que sejam tratados de forma apenas intuitiva;
- A quantidade de informações necessárias para a resolução de problemas de projeto elevou-se de tal forma que o projetista por si só não consegue coletar nem manipular;
- A quantidade de problemas de projeto aumentou rapidamente;
- A espécie de problemas de projeto, comparada a épocas anteriores, vem se modificando em um ritmo acelerado, de forma que se torna cada vez mais raro poder se valer de experiências anteriores. BÜRDEK (2010, p.251)

A partir dos anos de 1980, o *pós-modernismo* lança estímulos à profusão eclética, arbitrária e desprovida de praticidade, com pitadas de irreverência, críticas e ironias ao período Moderno da primeira metade do século XX. A Figura 53 ilustra um dos maiores representantes do pós-modernismo na área projetual, Ettore Sottsass.

Figura 53: *Ettore Sottsass* e a influência pós-moderna.



Fonte: <http://moveisricco.wordpress.com/2011/04/27/vitra-design-museum-abre-amostra-com-as-melhores-fotografias-do-design-italiano/03-ettore-sottsass-con-su-lampara-treetops-para-memphis-%C2%A9-aldo-ballo-marirosa-toscani-ballo-1981/>

Os aspectos semânticos, contidos na linguagem dos signos, dos símbolos e das cores aplicadas aos produtos e artefatos industriais, se apresentam neste cenário. Essa tendência modela nova postura de profissionalização entre os designers industriais, principalmente, naqueles que possuem um estilo ou uma habilidade de exercer a profissão de modo individual, conforme lembra Heskett (2008), ou como um artista-romântico como prefere Munari (2008). A Figura 54 contém Philippe Starck, um ícone e adepto da geração seguidora do pós-moderno.

Figura 54: *Philippe Starck*, excêntrico e provocador.



Fonte: http://clafotos.blogspot.com.br/2012_04_01_archive.html

Outro aspecto decorrente do pós-modernismo tem feito uma alteração drástica na postura de muitos profissionais e, conseqüentemente, nos desdobramentos da área, desde a década de 1980. Cada vez mais a área projetual priorizou os aspectos estéticos e simbólicos conquistando maior espaço que os aspectos funcionais mais privilegiados até os anos de 1980. Iida (2010) na apresentação da obra de Bonsiepe (2011) afirma categoricamente: “Muitos *designers* perderam a essência ao desprezar a funcionalidade a favor dos modismos, superficialidades e do supérfluo”, Iida (2010) em Bonsiepe (2011, s.n.). Esse ponto é duramente criticado por ambos, pois tem deturpado a essência original do design industrial como um agente transformador e de responsabilidade social. Estes autores, vide Bonsiepe na Figura 55, acreditam que isso só será possível conquistar quando

surgir uma ciência projetual, com pesquisa, conhecimento científico, base teórica voltada à prática projetual.

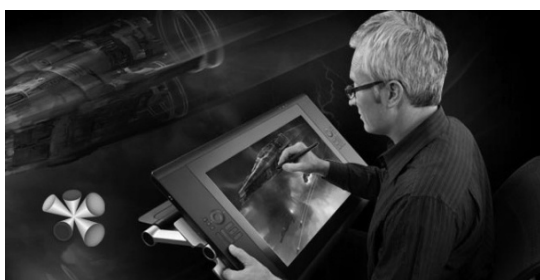
Figura 55: *Gui Bonsiepe*, remanescente da filosofia ulminiana.



Fonte: <http://filosofiadodesign.wordpress.com/2011/11/01/design-social-e-outros-ressentimentos/>

Conforme visto anteriormente no tópico 2.1.2 *Do surgimento à contemporaneidade: Origens e histórico do DI*, o final do século XX e início do século XXI trouxe o surgimento das novas tecnologias representadas nos campos da eletrônica, da computação e da cibernética desencadeando mudanças para o design industrial e à área projetual, por conseguinte, aos projetistas de modo geral. A forma tradicional e antiga de projetar usando-se técnicas e instrumentos manuais tem passado por um processo de mudanças significativas uma vez que a virtualidade tem assumido boa parte desse papel seja nos desenhos e esboços, quer seja, na produção de modelos, nas ilustrações técnicas e renderizações, nas simulações das propostas, entre outras, como mostra a Figura 56. Isso tem forçado os designers industriais buscarem outros tipos de conhecimentos que podem ser complementares aos tradicionais, de outras épocas, válidos como repositório projetual, vide Nascimento Silva et al (2013).

Figura 56: Mesa digitalizadora: evolução tecnológica das mesas de desenho tradicionais.



Fonte: <http://tecnologia.uol.com.br/noticias/nyt/2012/05/07/o-prazer-de-desenhar-em-vidro.htm>

Com o advento das novas tecnologias, e isto tem acontecido desde os anos da década de 1950 e 1960, mas a partir dos anos de 1980, cada vez com maior intensidade, têm surgido designers industriais habilitados para resolver problemas de interação com sistemas ou produtos complexos além de uma produção flexível e customizada cuidadosamente planejada para nichos específicos de mercado, com base em comportamento de usuários e uma articulação maior entre aplicativos e

equipamentos, vide Heskett (2008). O autor complementa que, em decorrência da era da informação e da virtualidade da comunicação, foram desenvolvidos inúmeros aplicativos associados ao computador, vide exemplo do emprego da realidade virtual na Figura 57, que, se por um lado, podem trazer avanços operacionais, por outro, podem cercear atividades criativas e de liberdade projetuais, alerta Heskett (2008).

Figura 57: Os projetistas da Ford utilizando a Realidade Virtual.



Fonte: <http://concecttomotors.blogspot.com.br/2013/05/ford-adota-realidade-virtual-para-criar.html>

De Moraes (1999) estabelece um panorama atual que implica também na mudança das formas de atuação do design industrial. Segundo o autor, vivencia-se um processo análogo ao da Revolução Industrial devido a alguns fenômenos: primeiro, os Estados Unidos da América, a maior potência atual demonstra média de estagnação econômica e de crescimento industrial parecido com o que a Grã-Bretanha viveu quando outras nações começaram a se industrializar; segundo, as novas tecnologias – com base na eletrônica – estão impondo uma nova organização e estrutura social e industrial o que repercute desde o cotidiano das pessoas, passando pelo modo do trabalho delas, bem como a produção dos artefatos e da cultura material.

Para explicar isto, este mesmo autor apresenta uma tabela comparativa, bastante elucidativa, entre o período *pré-industrial*, *industrial* e *pós-industrial* vislumbrando os aspectos relativos aos períodos: instituições-chave; ordem estatal; principais recursos; setor econômico dominante; estrutura profissional; posto típico; instrumentações; desafios; áreas de riscos e de conflitos sociais; agentes sociais centrais; estrutura de classe; fatores de coesão; fatores de mobilidade social; metodologia; relação com o tempo e o espaço; estrutura psíquica; vantagens e desvantagens de cada estágio.

As questões referentes à sustentabilidade do planeta e ao meio ambiente, de certo modo, não deixam de ser de cunho social, moldaram a personalidade de outros profissionais, dos tempos mais recentes, para atuarem com design industrial, mas fugindo das demandas mercadológicas que visam em primeira e, última instância, a geração de lucros e incentivos à permanência do sistema capitalista apoiadas pelas modas e tendências de mercado. A obsolescência estilística planejada não tem cativado esse tipo de designer industrial onde acredita que o verdadeiro papel dessa profissão é essencialmente social, com retidão ética e respeito ao meio ambiente e às gerações futuras, destaca Nascimento Silva (2009).

2.1.5 Multi, inter e transdisciplinaridade: Desdobramentos do DI

Como anteriormente foi verificada, por algumas tentativas apresentadas de conceituação sobre o design industrial, pela ascensão da complexidade dos fenômenos socioculturais e técnico-econômicos, a atividade de projetar produtos tem aumentado proporcionalmente seu grau de responsabilidades, seja no campo da legislação ou do consumidor, quer seja do emprego da tecnologia, da ética, dentro outros aspectos.

A quantidade de informações e o domínio de conhecimentos exigidos extrapola o universo de uma única área ainda que determinados projetos, pelo nível de complexidade envolvida, sejam idealizados de modo individual, de modo bastante intuitivo e subjetivo. Isso parece ter existido desde os primórdios do processo de industrialização. Por essa razão, na literatura do design industrial, aparecem as inúmeras personalidades que marcaram determinados estilos, perfis, períodos ou tendências. O talento pessoal, particular e individual torna-se importante, principalmente, em projetos de baixa e média complexidade como é o caso de mobiliários, iluminação, utensílios, eletrodomésticos e outros, mas à medida que a complexidade do projeto aumenta o trabalho em equipe multidisciplinar se torna imprescindível.

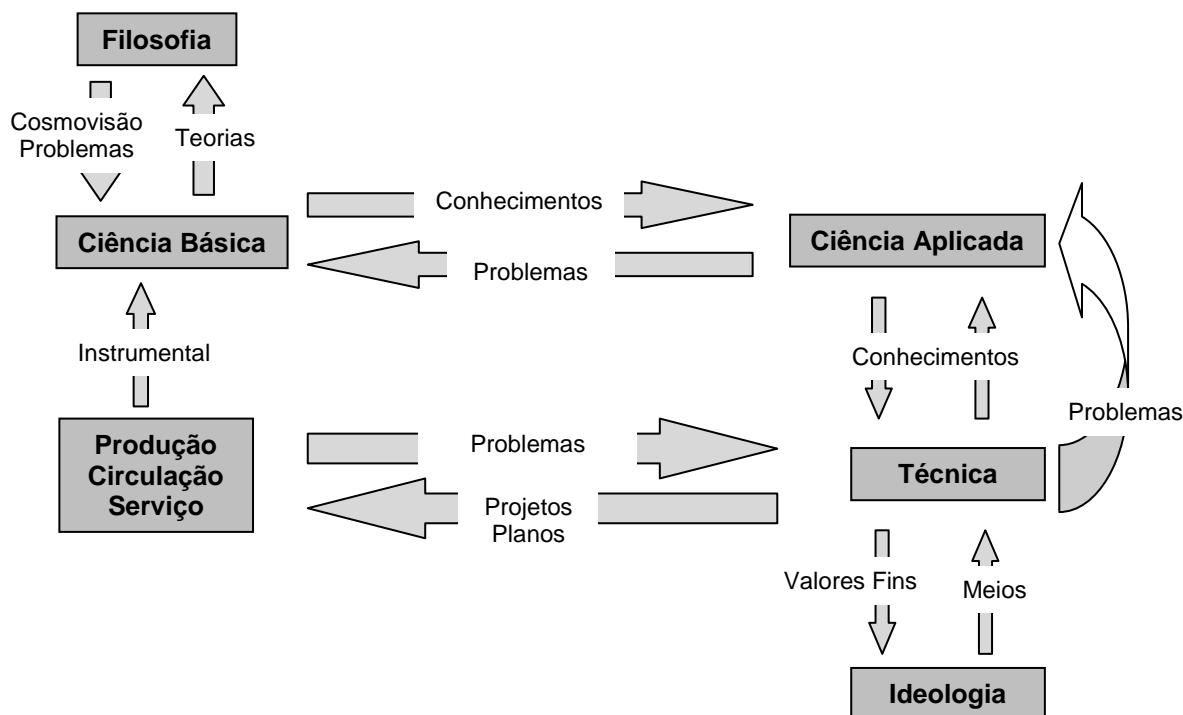
Por outro lado, herdou-se um modelo cartesiano de pensamento científico que permanece na práxis de várias formações profissionais privilegiando a separação dos conhecimentos e o isolamento das áreas. Mas, percebe-se que esse modelo não atende aos novos tempos. Todavia, as áreas ainda estão despertando e têm passado pelo processo de construção de seus novos modos de atuação multi, inter, pluri ou transdisciplinar.

Destarte, os profissionais com conhecimento mercadológico, os engenheiros, os físicos, ou aqueles conhecedores do comportamento humano como antropólogos, psicólogos e sociólogos, dentre outros vinculados às diversas ciências, deverão estar integrados nas equipes de projeto e de desenvolvimento de produtos, uma vez que estarão fortalecendo a retirada do subjetivismo e da intuição individual, pulverizando as responsabilidades específicas ou técnicas entre cada envolvido, identifica Heskett (2008).

Muitas vezes, até mesmo temáticas identificadas por baixa complexidade escondem “armadilhas” cujos conhecimentos agregados de outras áreas seriam mais bem resolvidos com a inserção da atuação integrada e multidisciplinar das ciências básicas ou aplicadas, como ilustra a Figura 58.

Desde o início do século XX, os artefatos foram assumindo níveis de complexidade cada vez maiores por causa da evolução da modernidade, devido aos avanços tecnológicos, por exemplo, não somente por isso, mas obrigando aos designers industriais a contextualização dos artefatos dentro de cadeias e redes amplas, algo que Heskett (2008) classificou por *sistemas*. São os casos, por exemplo, dos sistemas de transporte, de telecomunicação, de modularidade, de bancos, dentre outros, e, nesse sentido, a exigência máxima de atuar em equipes multidisciplinares, uma vez que seria humana e profissionalmente impossível dominar a complexidade e ecletividade dos assuntos e dos sistemas envolvidos durante os projetos.

Figura 58: Dinâmica do processo de desenvolvimento técnico e científico



Fonte: Bunge (1980) apud NOJIMA (1997).

Um sistema pode ser definido como um grupo de elementos que interagem entre si, se interrelaciona ou são interdependentes e que formam, ou podem formar, uma entidade coletiva. HESKETT (2008, p.105).

Desse modo, a área projetual, em especial a de desenvolvimento de produtos, inerentemente se configura como interdisciplinar. Assim, principalmente os engenheiros e designers industriais precisam atuar integradamente.

Barroso Neto (1982), embora tenha produzido, há mais de três décadas, uma classificação acerca dos níveis de complexidade tecnológica envolvendo o desenvolvimento de produtos de modo integrado, ou seja, se para alguns aspectos a classificação encontra-se defasada, para outros permanece, no mínimo, ilustrativa. Naquela época, Barroso Neto não vislumbrou os produtos com necessidades da contemporaneidade como as de cunho *high tech* tais como todos aqueles produtos que utilizam *chips* e *microchips* eletrônicos além das novas aplicações com tecnologias digitais ou virtuais, amplamente empregadas em grande parte dos seguimentos industriais na atualidade, vide o Quadro 10.

Quadro 10: Grau de Complexidade Tecnológica.

	Grau de Complexidade Tecnológica		
	Baixa	Média	Alta
Exemplos	Artefatos de couro; Vestuário e acessórios; Cutelaria e talheres; Louças e ferragens; Mobiliário doméstico; Brinquedos; Embalagens.	Componentes para construção; Estandes e divisórias; Utilidades domésticas; Equipamentos de mobiliário urbano; Mobiliário técnico-profissional; Equipamentos de uso público; Instrumentos musicais; Embalagens de segurança; Sistemas e equipamentos de	Instrumentos ópticos; Equipamentos médico-hospitalares; Equipamentos de laboratório; Veículos e acessórios de transporte; Veículos e acessórios de carga; Máquinas e implementos agrícolas; Máquinas e ferramentas; Máquinas seriadas.

		sinalização; Eletrodomésticos.	
Características	Trabalho individual e personalizado	Equipe mista	Atuação multi e interdisciplinar

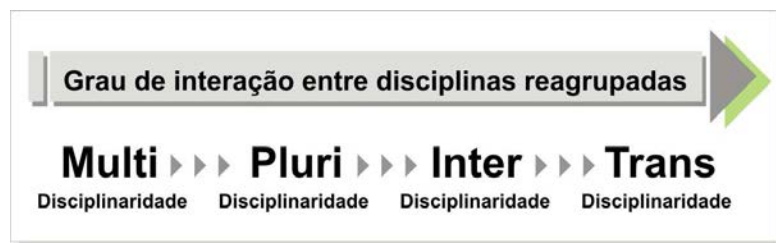
Fonte: Adaptado de Barroso Neto (1982).

Segundo este mesmo autor, a *Baixa Complexidade Tecnológica* se manifesta quando o projetista pode resolver individualmente a maioria dos problemas, chegando até ao projeto de um novo produto ou artefato industrial. A *Média Complexidade Tecnológica*, por sua vez, configura-se quando há uma exigência ao apelo aos profissionais de outras áreas para resolução de problemas específicos não incluídos em sua esfera de competência. E, em último estágio, a *Alta Complexidade Tecnológica* caracteriza-se quando o projetista pode participar na resolução de apenas alguns componentes do produto e de forma mais ampla na abordagem conceitual e metodológica, Barroso Neto (1982).

Além disso, o quadro de Barroso Neto (1982), intitulado *Grau de Complexidade Tecnológica* peca quando “engessa”, situando os produtos e os artefatos industriais, exclusivamente, em apenas um bloco quando, em verdade, pode estar oscilante entre os grupos de baixa, de média ou de alta complexidade tecnológica, de acordo com demais variantes e fatores: uma embalagem, pode fazer parte de qualquer um dos três níveis.

Neves (2009) ao abordar as questões interdisciplinares, ou seja, de interação entre as disciplinas ou entre as áreas do conhecimento humano empresta a Figura 59, extraída de Japiassú (1976), para que se façam algumas reflexões nesse momento.

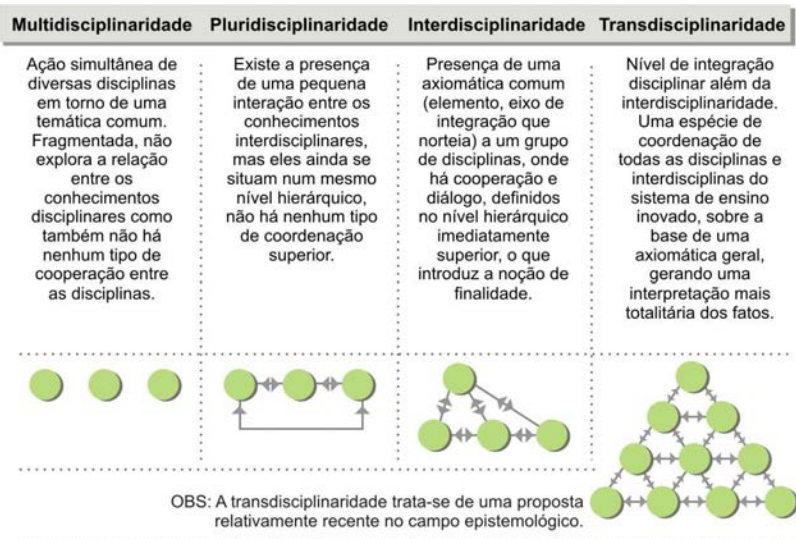
Figura 59: Grau de interação entre as disciplinas



Fonte: Neves (2009); adaptada de Japiassú (1976).

A Figura 59, denominada de *Grau de interação entre as disciplinas* embora apresente uma linearidade esquemática, não implica que os fenômenos são encarados dessa forma. Isso quer ajudar apenas a compreender que as interações possuem ou mudam de níveis e até mesmo de hierarquias ou de profundidade de transformações como ilustra a Figura 60, também emprestada de Neves (2009) e de Japiassú (1976).

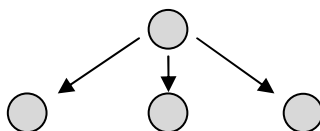
Figura 60: Definições de multi, pluri, inter e transdisciplinaridade.



Fonte: Neves (2009); adaptada de Japiassú (1976).

Uma classificação similar foi encontrada em Vasconcelos (2002). A diferença é que este autor acrescenta a forma *pluri-auxiliar* como sendo “a utilização de contribuições de um ou mais campos de saber para o domínio de um deles já existente, que se posiciona como campo receptor e coordenador dos demais; tendência ao imperialismo epistemológico”, Vasconcelos (2002, p.112), conforme a Figura 61.

Figura 61: Representação esquemática do modo pluri-auxiliar.



Fonte: Vasconcelos (2002)

O que seria um aspecto peculiar e vantajoso na área projetual levantado por alguns autores, o fato de ser, essencialmente, interdisciplinar, Bonsiepe (2011) alerta que pode ser um problema, pois por esse mesmo motivo, de estar um pouco e ao mesmo tempo em áreas distintas (humanas, artes e tecnologia), não possui um enquadramento científico e epistemológico tradicional do conhecimento de outras áreas melhores definidas. Destarte, por não pertencer aos requisitos formais da academia passa por “sofrimentos”, termo usado por Bonsiepe (2011), que prejudicaram a construção da sua teoria e da sua pesquisa enquanto área do conhecimento humano.

Outras formas de classificação ou de entendimento sobre as manifestações interdisciplinares foram apresentadas no Quadro 11 a partir das informações destacadas por Neves (2009).

Quadro 11: Outras formas de interdisciplinaridade.

Tipo de Interdisciplinaridade	Conceituação
Interdisciplinaridade heterogênea	Quando ocorre o processo somatório de informações advindas de diferentes disciplinas;
Pseudo-interdisciplinaridade	Quando há união em torno de diversas tentativas de utilização de instrumentos conceituais e de análise para trabalhar em disciplinas muito diferentes entre si;
Interdisciplinaridade auxiliar	Quando uma disciplina recorre ocasionalmente ou de modo duradouro ao uso de metodologias de pesquisa próprias de outras áreas do conhecimento.
Interdisciplinaridade compósita	Quando se trata de solucionar complexos problemas sociais, reunindo várias especialidades, propondo a intervenção de equipes de especialistas de múltiplas disciplinas, cada uma dando a sua contribuição, mas resguardando a autonomia e a integridade de seus métodos;
Interdisciplinaridade unificadora	Quando ocorre a fusão a partir da integração de duas ou mais disciplinas, devido a proximidade bastante estreita do domínio de conhecimento e de uma metodologia de pesquisa.

Fonte: Adaptação de Neves (2009)

Esse é um problema corrente e atual na formação dos cursos de nível superior do país. No âmbito da área projetual os cursos, com raras exceções, apresentam uma estrutura curricular onde privilegia e proporciona um ambiente para a multi, pluri, inter ou transdisciplinaridade dentro do próprio curso, do mesmo departamento ou com outros da mesma instituição de ensino. Aquelas instituições de ensino que já ultrapassaram esta barreira sequer denominam “grade curricular” e, sim, “matriz curricular” ou outra denominação que associe a flexibilização, por entender que o termo “grade” transmite a impressão de algo fechado, imutável, sem relações e interferências outras ou externas.

O próprio *Christopher Alexander*, grande influenciador dos métodos projetuais, quando afirmava nos anos de 1950 e 1960 que a complexidade havia aumentado no mundo e, conseqüentemente, nos projetos dos produtos, conforme Bürdek (2010) quis dizer exatamente isso. Dificilmente, dentro da nova perspectiva mundial, área alguma pode ter a presunção de se sustentar sozinha ou isoladamente, principalmente, pela interligação e conexões entre os fenômenos da atualidade. A autossuficiência não cabe nas estruturas sociais, culturais, tecnológicas ou econômicas atuais e do futuro. A isto se inclui também a educação, em especial a educação projetual.

A abordagem interdisciplinar no design industrial não é uma tendência nova. Segundo Bonsiepe (2011) foi Tomás Maldonado que, na década de 1960, atribuiu o termo *interdisciplinaridade*, ao conjunto de eventos na Escola de *Ulm*, entre a realização de cursos e palestras com inúmeros profissionais convidados com formações diversificadas.

A questão reside no fato da área do design industrial, pelo menos no Brasil, geralmente, conduzida por artistas e arquitetos, ter se permitido acreditar que seria autossuficiente e não precisaria dos contributos das áreas tecnológicas ou das ciências exatas, por exemplo.

Fontoura (2011) também estabelece reflexões sobre a interdisciplinaridade do ensino no *design* ao citar autores e pensadores como Behrens (2000), Capra (2001), Couto (1997), Fazenda (1979, 1999), Gasset (1946), Instituto Paulo Freire (2011), Japiassu (1976), Morin (2002), Petraglia (1993) e Piaget (1973) tecendo uma linha de raciocínio na busca da compreensão do termo, da sua implementação e das barreiras nas áreas, em especial, no *design*. Para isso, na busca da promoção pela interdisciplinaridade sugere o autor atentar para os seguintes aspectos:

- **legais** – entre elas, as Diretrizes Curriculares Nacionais (CNE Res. nº05/2004), cargas horárias mínimas, integralização e duração de cursos (CNE Res. nº02/2007) e as determinações compulsórias de mudança de denominação dos bacharelados em Design (2010);
- **estruturais** – a inadequação de instalações, os acervos bibliográficos insuficientes, a falta de laboratórios e oficinas e o acesso limitado às novas tecnologias de produção e educacionais;
- **econômico-financeiras** – as dificuldades na manutenção financeira do sistema educacional, a não priorização e a falta de investimentos na área;
- **de recursos humanos** – a formação docente deficitária e a falta de incentivo institucional a sua qualificação (5), as baixas remunerações e falta de planos de carreira, a relação professor/aluno inadequada e o preparo dos alunos ingressantes aquém do desejado para o ensino superior;
- **acadêmico-administrativas** – as organizações curriculares rígidas, hierárquicas e com pré-requisitos, a oferta restrita de disciplinas nos sistemas e o predomínio de uma visão ainda conflitua entre a promoção de produções teóricas e práticas nas escolas de Design; e
- **contextuais** – a falta de integração entre o mundo acadêmico e o profissional. FONTOURA (2011, p.93-4)

Quanto ao fato da proximidade entre o design industrial e as engenharias Romer (2007) esclarece que, embora, ambas sejam disciplinas projetuais há uma diferença sutil entre elas: a primeira, mais qualitativa “visa aos fenômenos de uso e da funcionalidade de uso focando a integração de artefatos à cultura cotidiana”, Romer (2007, p.34); a segunda, “em suas diversas categorias visa ao conceito de eficiência física, acessível aos métodos das exatas, é quantitativa” (Idem),

Petroski (2008) estabelece algumas conceituações básicas sobre a engenharia:

[...] é a arte de rearranjar materiais e forças da natureza; [...] é um processo humano fundamental, que tem sido praticado desde os primórdios da civilização; [...] faz o projeto e o desenvolvimento de coisas que ainda não existem ou não estão disponíveis de forma adequada; é a arte do compromisso e sempre cabem melhorias no mundo real; [...] é também a arte da praticidade e os engenheiros sabem quando devem finalizar seus projetos para começar a fabricar ou construir. PETROSKI (2008, p.3-8).

Cocian (s.d) contextualiza a engenharia do século XX e XXI classificando-a e desdobrando-a nas seguintes áreas de atuação: i) Engenharia de Agricultura (Agrícola e Agrônômica); ii) Engenharia Ambiental; iii) Engenharia Biomédica (Eletromédica, Clínica, Biomecânica, Bioinformática, Bioengenharia); iv) Engenharia Civil (de Transportes, Cartográfica, de Estruturas, Oceanográfica, Sanitária, de Construção, Geotécnica, de Urbanização, de Fortificações); v) Engenharia Elétrica (Eletrônica, Eletromecânica, Mecatrônica, de Computadores hardware e software, Telemática, de Telecomunicações, de Automação e de Controle de Processos, Eletrotécnica, de Sistemas de Energia, Nuclear); vi) Engenharia Industrial (de Manufatura, de Produção); vii) Engenharia de Materiais (de Cerâmicas, de Madeiras, de Plásticos, Metalúrgica, de Minas, de Petróleo, Geológica); viii) Engenharia Mecânica (Automotiva, Aeroespacial, Aeronáutica, Naval); e, ix) Engenharia Química (de Alimentos, Têxtil, Bioquímica).

Bonsiepe (1997) citado por Romer (2007) encara como positiva a sugestão que a engenharia ao se aproximar do universo do design industrial poderia vencer o isolamento tecnológico

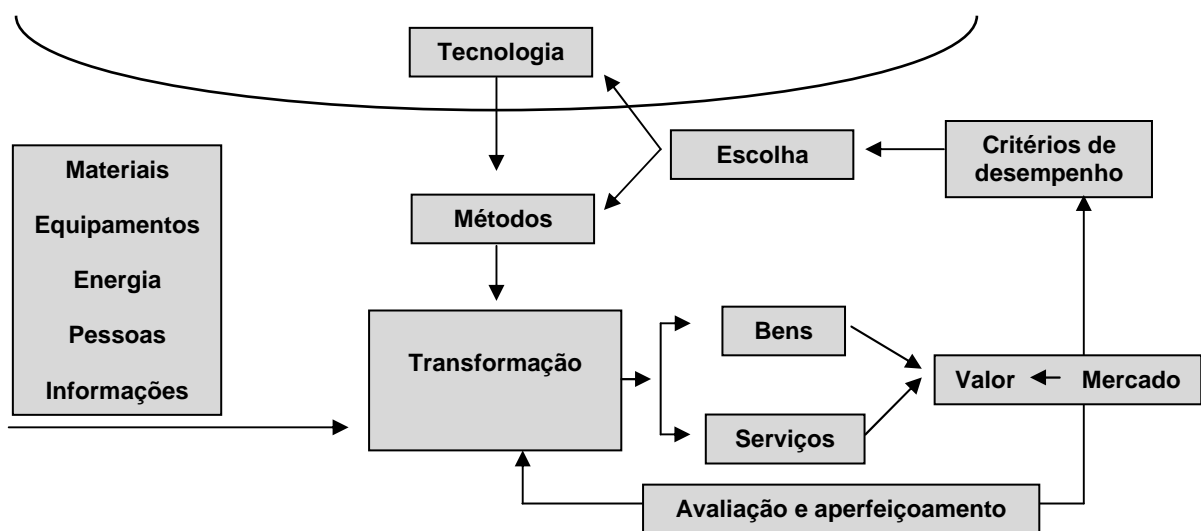
industrial que está imersa. Isso aponta também para o fato daqueles segmentos ou vertentes das áreas mais “duras” terem adotado em algum momento do passado a política da autossuficiência.

Dentre as Engenharias, retirando-se as exceções pontuais verificadas em contextos de implantação dos cursos, a que mais se aproxima de uma abordagem interdisciplinar, pela sua própria essência e construção do conceito é a Engenharia de Produção. Sem retirar-se a necessidade interdisciplinar implícita das demais engenharias, mas é na Engenharia de Produção, que se tem visto, no Brasil, um terreno mais apropriado e fértil para as inserções transdisciplinares estabelecidas por Neves (2009). Segundo a definição da Engenharia de Produção de Fleury (2008), em capítulo de livro organizado por Batalha (2008), pode-se verificar essa predisposição:

Trata do projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia, para a produção de bens e serviços, de maneira econômica, respeitando os preceitos éticos e culturais, Batalha (2008, p.01).

Miguel et al (2010) exemplificam esquematizando com a Figura 62 o que a definição da Engenharia de Produção significa na prática.

Figura 62: O ciclo de produção de bens e serviços.

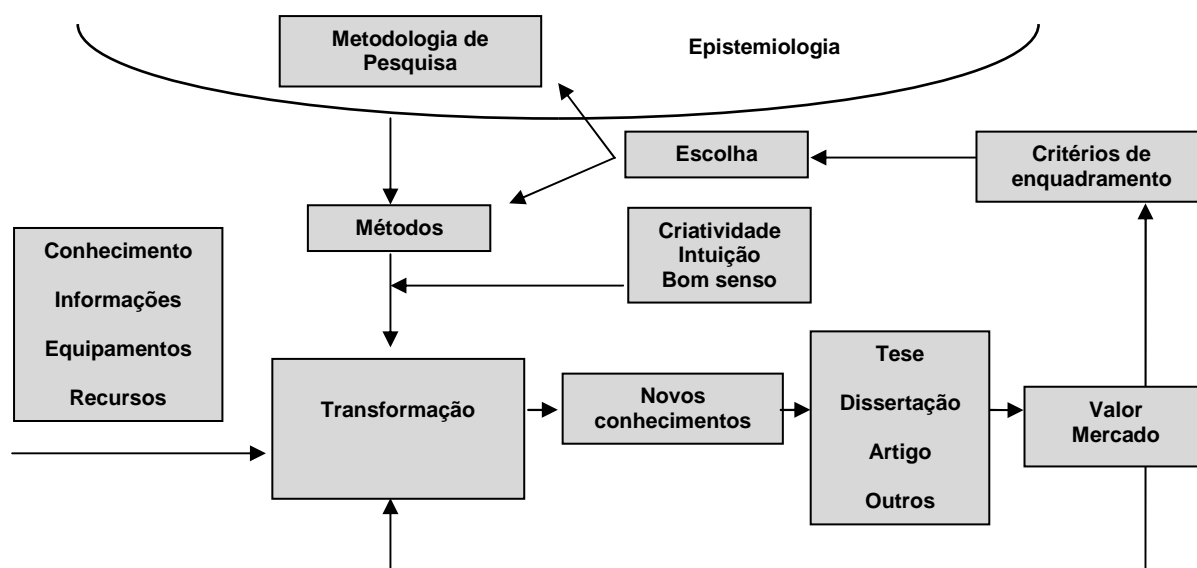


Fonte: Miguel et al (2010)

Nesse sentido, os autores Miguel et al (2010) demonstram como se dá o ciclo da produção do conhecimento na engenharia de produção, como ilustra a Figura 63.

Corroborando com Neves (2009), os tempos são outros. A área projetual necessita atuar de maneira transdisciplinar com outras áreas. A atividade de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais engloba questões pertinentes a várias ciências e campos do saber. Dependendo do problema projetual a ser resolvido, não necessariamente, permite-se apenas as engenharias com responsabilização técnica ou a publicidade com a contribuição mercadológica, mas outras áreas podem ser convidadas à projeção como a administração, a física, a pedagogia, a química, a fisioterapia, a veterinária, a medicina e, assim, por diante.

Figura 63: O ciclo da produção de novos conhecimentos na Engenharia de Produção.



Fonte: Miguel et al (2010)

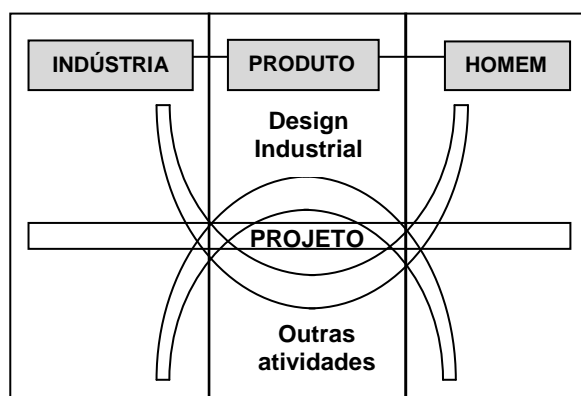
Quando se propõe uma abordagem interdisciplinar, de forma alguma se está sugerindo a criação de uma ciência única, ou o abandono dos métodos próprios a cada ciência, o que se sugere é o reconhecimento de uma realidade complexa que, para ser entendida precisa se assumir uma visão holística de ciência. NEVES (2009, p.62).

Essa interação entre profissionais distintos, em busca da solução de problemas materiais, tem ocorrido com maior frequência no mundo do trabalho em algumas empresas, mas sem preparação qualificada anterior e repleta de “ruídos”. No entanto, acredita-se que essa prática deva ser treinada, inicialmente, durante a formação acadêmica, entre os acadêmicos de cursos diferentes, pois assim o crescimento intelecto-criativo será imensamente superior.

Como se vê, é tarefa das instituições de ensino estar alerta para o desafio da complexidade, que promove a integração das ciências, fazendo nascer as multi, inter e transdisciplinaridades. É preciso incitar os estudiosos do país à busca das teorias unificadoras. Cabe à universidade o desafio da colocação do homem como sujeito no processo globalizante, levando a considerar as ciências humanas na idealização do objeto tecnológico. Cabe ainda à universidade preparar-se para o desafio das mudanças, que determinam novas exigências históricas mundiais. NOJIMA (1997, p.73).

Bomfim (1978), em sua dissertação de mestrado, àquela época, já vislumbrava a interdisciplinaridade e integração do design industrial com outras áreas associadas à tecnologia e ao desenvolvimento de projetos, vide Figura 64. Tanto que esse estudo forneceu a base para a criação do currículo do curso de design industrial, da Universidade Federal de Campina Grande, e sua referida implantação no seio da área da tecnologia, conforme mencionado, anteriormente, no item 2.1.3 O caso do ensino em design industrial no Brasil.

Figura 64: Modelo de integração por intermédio do Desenvolvimento do Projeto



Fonte: Adaptado de Bomfim (1978)

Um estudo relevante na linha de aproximar áreas multidisciplinares foi publicado por Driver, Peralta e Moultrie (2011). No referido trabalho os autores relatam uma experiência acadêmica britânica entre a inserção dos designers industriais e cientistas pesquisadores das áreas da medicina, da bioquímica e da moda, durante o desenvolvimento de uma máscara de oxigênio, um sistema de manuseio de fluidos para testes em laboratório e a fabricação de um protótipo para aplicação na moda a partir de materiais multiestáveis.

Inicialmente, foi feita uma revisão teórica seguida da aplicação de instrumentos como entrevistas e do relato dos três estudos de caso. Os resultados foram surpreendentes quanto ao nível de contribuição que os designers industriais podem dar às outras áreas e outros profissionais. Os autores deram destaque ainda às potenciais barreiras e capacidades para essa colaboração. Além do auxílio à comercialização da tecnologia comprovou-se um impacto causado pelos designers industriais na investigação científica bem como quando inseridos mais cedo no processo podem melhorar a comunicação e a exploração de futuras aplicações.

Para Schneider (2010) existe um rigor metodológico natural na *práxis* do designer industrial: O fato de aprender a sistematizar as diversas variáveis envolvidas nos projetos e de percorrer os processos de modo controlado lhes concebe uma disciplina interna que favorece a comunicação entre áreas e saberes diferentes:

[...] Essa complexidade projetual está em seu objeto e em sua constituição interdisciplinar e transdisciplinar. Uma rede de muitas disciplinas científicas, das áreas das ciências humanas, sociais e da engenharia, disciplinas da indústria, comércio, administração e cultura, bem como a complexa multiplicidade de usuários, participam do processo projetual e da resolução comum de tarefas. A transdisciplinaridade requer comunicação e exige do desenho industrial, sobretudo, uma disciplinaridade própria com respeito à precisão conceitual e ao rigor metodológico.” SCHNEIDER (2010, p.266)

Outro estudo bastante sintonizado com esta temática e a interação entre designers industriais e engenheiros foi publicado por Pei, Campbell e Evans (2010). Na pesquisa, os autores desenvolveram instrumentos metodológicos que facilitam a interação, a comunicação e a criação do conhecimento multidisciplinar compartilhado entre os designers industriais e os engenheiros durante o *Desenvolvimento de Novos Produtos (DPN)*, expressão mencionada pelos referidos autores.

Como se pode observar, em outras partes do mundo, os designers industriais estão buscando e construindo parcerias com as áreas tecnológicas e científicas demonstrando outras maneiras de aprimorar a interação entre as disciplinas. Certamente, será necessária uma mudança de postura e de cultura intelectual nas universidades e faculdades de ensino superior do país. Existem resquícios viciosos entre as próprias áreas que dificultarão essa quebra de paradigmas. Outra justificativa da dificuldade da aproximação entre as áreas reside na forma de organização cartesiana e das estruturas acadêmicas como são implementadas na academia.

Schneider (2010) ao citar Meier (2003) comenta a importância do conhecimento científico na área projetual afirmando que “não se pode conceber o mundo sem ciência, tampouco um projeto sem teoria científica”, Schneider (2010, p.266). Segundo os autores, nos tempos atuais de uma sociedade que possui a ciência impregnada na sua cultura, renunciar aos benefícios do conhecimento e da teoria científica é no mínimo incompreensível, pois tais “recursos já se tornaram um componente do capital cultural”, (Idem).

Quanto à contribuição das ciências exatas para o mundo, em especial, ao desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, Petroski (2008) ilustra que boa parte da matemática tem sido adaptada aos computadores, no entanto, “as habilidades e a disciplina exigidas para se praticar uma boa engenharia são as mesmas daquelas exigidas de um artesão no passado”, Petroski (2008, p.4).

A engenharia moderna é baseada na matemática e em outras ciências, mas sua prática ainda requer grande dose de raciocínio lógico a respeito dos materiais, estruturas, energia, entre outros aspectos. Matemática e ciências nos ajudam a analisar as ideias e transformá-las em produtos. Mas essas ferramentas analíticas, por si só, não geram as ideias. Temos que pensar e agir sobre a natureza e as coisas existentes para descobrir como elas podem ser alteradas e melhoradas para melhor atingir os objetivos considerados benéficos à humanidade. PETROSKI (2008, p.4).

A mesma analogia deve ser encarada pela área do design industrial. Os aplicativos computadorizados não substituem a capacidade de raciocínio lógico e criativo aliados à “bagagem” adquirida sobre diversas questões inerentes ao projeto. Parafraseando Petroski (2008), a essência projetual do desenvolvimento de produtos e dos artefatos industriais permanece a mesma de outras épocas remotas do design industrial.

Morris (2010) salienta que algumas estratégias mais modernas servem para integrar grupos e equipes constituídas de profissionais com formação diversificada durante o desenvolvimento de produtos como é o caso do emprego da *Engenharia Simultânea*:

Esse é o termo usado para descrever o processo de desenvolver todas as tarefas de *design* relevantes simultaneamente em vez de sequencialmente. De nada adianta desenvolver um *briefing* se algum tempo depois um engenheiro de produção oferece métodos de produção alternativos, ou se um pesquisador de mercado deseja corrigir alguma informação do consumidor, por exemplo. O trabalho em equipe é a base da engenharia simultânea, incorporando questões de confiança, tomada de decisões consensual e o bom uso de tecnologias de comunicação. MORRIS (2010, p.77)

Romeiro Filho (1996) atribuiu também à *Engenharia Concorrente* outra estratégia da atualidade que visa integrar o desenvolvimento de produtos e de processos onde prima pela ecletividade de conhecimentos científicos de diversas áreas e profissões:

Engenharia concorrente é um método sistematizado para o projeto concorrente e integrado de produtos com seus processos, incluindo produção e suporte. Esta abordagem procura considerar, em princípio, todos os elementos do ciclo de vida de um produto, da concepção até a distribuição. Reimann (1992) *apud* ROMEIRO FILHO (1996, p.38).

Outra questão pertinente da atualidade se refere à Declaração de Bolonha (1999), firmada entre os membros da União Europeia. Foi um avanço na busca por uma maior homogeneidade no sistema educacional entre nações clareando e respeitando as diferenças entre os níveis e títulos fornecidos, atestam Fernández & Bonsiepe (2008).

Desse modo, o intercâmbio e a troca de experiências entre as instituições (prática docente e discente) ganham um inestimável valor. A única ressalva que deve ser feita é que, infelizmente, não há como atingir uma grande maioria dos cursos, das áreas, das turmas e do contingente humano existente. As vagas são limitadas e não atendem a todos os interessados.

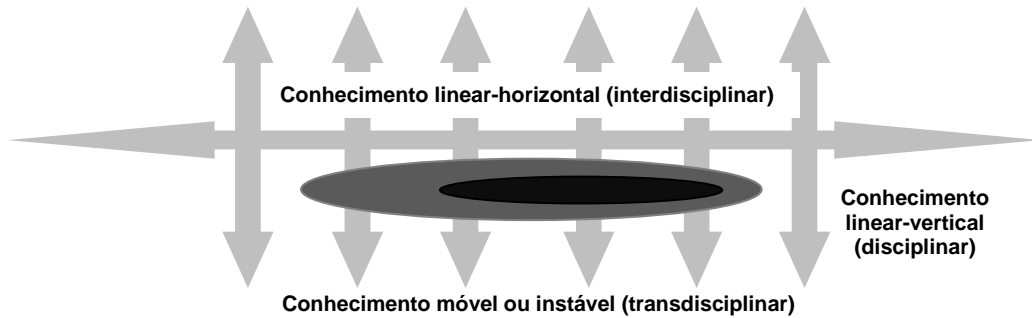
Portanto, algo similar deve nascer internamente nas próprias instituições que tenham cursos na área projetual. Ou seja, partindo-se da premissa de troca e intercâmbio, aliado ao discurso da multi, inter e transdisciplinaridade, os cursos de uma mesma instituição podem estabelecer esses pactos de enriquecimento entre as áreas e profissões. Certamente, não há como comparar uma troca de experiências efetuadas entre áreas distintas de uma mesma instituição de ensino com aquela realizada entre instituições diferentes e de continentes distintos, mas há de convir que possa ser complementar e pode proporcionar aqueles que não são contemplados com os intercâmbios intercontinentais ou internacionais.

É vital, portanto, orientar a formação de profissionais capacitados a se inserir na complexa rede de âmbito mundial; capazes de edificar uma ciência e tecnologia que embase o desenvolvimento do país e amplie sua posição estratégica, sua amplitude de atuação e seu monopólio de técnicas de poder no processo de globalização que vivemos. É necessário orientar a formação de profissionais capacitados a efetuar trocas científica e tecnológica em um nível de interdependência possível. NOJIMA (1997, p.54)

Bomfim (1997) ao discutir sobre a práxis do design industrial e tentar levantar indícios da construção de uma possível *Teoria do Design* salienta que: “Uma Teoria do Design não terá um campo fixo de conhecimentos, uma vez que ele se move entre as disciplinas tradicionais dependendo da natureza do problema tratado”, Bomfim (1997, p.41), como ilustra a Figura 65.

Naturalmente, um campo de conhecimentos móvel ou instável, em que se determina apenas o objeto de estudo (morfologia dos objetos), mas não um método ou uma linguagem própria, não poderia ainda ser considerado como ciência nos padrões clássicos. BOMFIM (1997, p.40)

Figura 65: Esboço para a construção de uma Teoria do Design.



Fonte: Bomfim (1997)

[...] Este, no entanto, é justamente o desafio que se impõe: a criação de novos paradigmas para a formação e utilização de conhecimentos, sejam eles científicos ou não, que tenham como ponto de partida a observação multidisciplinar de uma situação concreta e não uma interpretação particular através de ciências disciplinares. Deste modo, uma Teoria do Design não será conquista de uma única pessoa, pois a transdisciplinaridade não é domínio de um indivíduo – ela se formará e se desenvolverá através de processos dialógicos entre os participantes envolvidos nas diferentes situações de projeto, incluindo os próprios usuários. Este processo requer, primeiro, vontade e humildade para admitir que há diferentes experiências acumuladas, emoções, paixões, idiosincrasias e, principalmente, o desconhecido. [...] O conhecimento não é neutro – ele toma partido, faz opções. O conhecimento não é igualmente isento – demanda ética e sua ação prática, a política. (Idem)

Portanto, enquanto houver instalado no meio acadêmico, no seio das áreas, qualquer resquício de autossuficiência, de isolamento, de competição, de desconfiança, entre outras causas, dificilmente será rompido o paradigma vigente. As áreas precisam ter maior clareza de alcance de objetivos comuns como a evolução delas próprias ou do conhecimento científico. No caso das áreas diretamente associadas ao desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, além desses objetivos comuns existem outros como, por exemplo, o desenvolvimento tecnológico e da inovação pelos quais o Brasil está atravessando, nos campos energéticos, da nano e da biotecnologia, das novas tecnologias, das tecnologias assistivas e da inclusão social, dos parques industriais e tecnológicos, da pesquisa científica, entre outras, vide Nabuco (2013).

2.1.6 Os campos de atuação: Aplicações do DI

Segundo Löbach (2001), para alguém exercer plenamente a atividade do desenho industrial é necessário realizar um curso de bacharelado, no nível de ensino superior em desenho industrial – *design* industrial – como demonstra algumas áreas na Figura 66. As matérias a se estudar, basicamente, são relativas ao “desenho (história e prática), à metodologia projetual, desenvolvimento de produtos, a configuração estético-formal, à ergonomia, às disciplinas técnicas e técnico-econômicas básicas”, Löbach (2001, p.193).

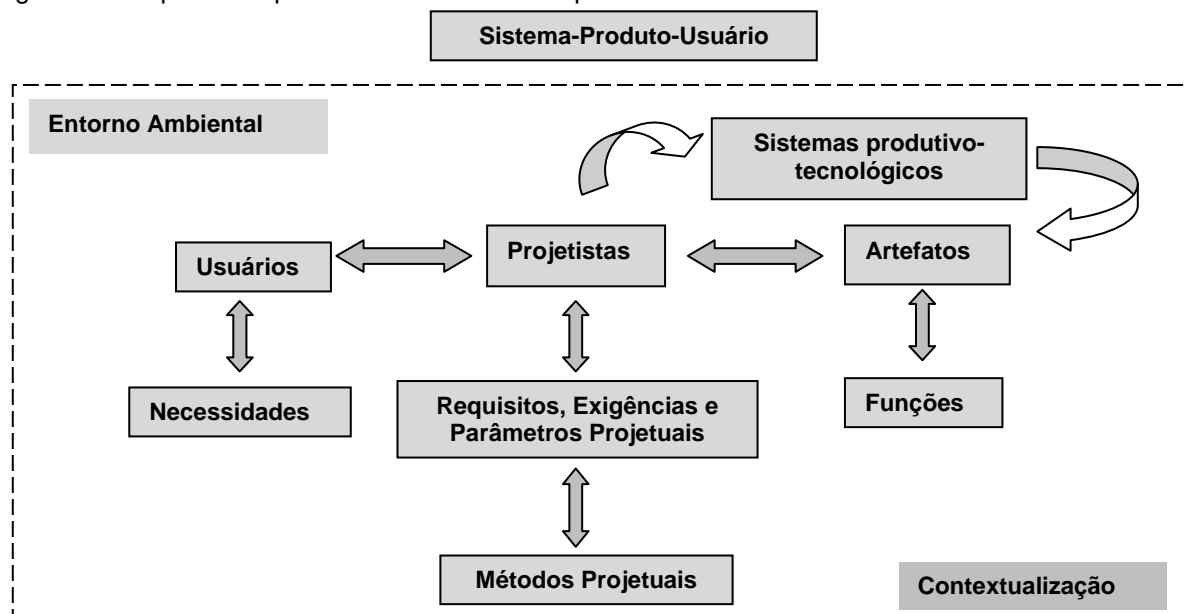
Figura 66: Algumas áreas de atuação do designer industrial.



Fonte: <http://www.bths.edu/majordesc/ID.jsp>

De acordo com Manzini e Vezzoli (2002), parte-se do pressuposto de que as fronteiras de delimitação e de caracterização do ramo do design industrial oscilam entre alguns elementos inerentes à projeção ou ao processo projetual, a saber: i) os usuários; ii) as necessidades; iii) os artefatos ou objetos; iv) as funções dos artefatos; v) os métodos projetuais; vi) os requisitos e parâmetros projetuais; vii) os sistemas produtivo-tecnológicos (matéria-prima e processo de fabricação); viii) a contextualização; e, ix) o entorno ambiental. Os designers industriais, em busca de qualquer que seja a solução do problema material, devem ter clareza e controle destas e outras variáveis para que o *sistema-produto* definido por Manzini e Vezzoli (2002) obtenha êxito harmônico, conforme a Figura 67.

Figura 67: Esquema Representativo do “sistema-produto”.



Fonte: o autor; Adaptado de Manzini e Vezzoli (2002)

Indubitavelmente, há um risco considerado em estabelecer um diagrama tão sintético como o apresentado anteriormente na Figura 67. A dinâmica do projetista industrial – engenheiros e designers industriais – é deveras complexa para caber nessa representação, haja vista que muitos

outros elementos podem ser acionados em casos específicos, carecendo de outras estratégias ou abordagens, não aparecendo explicitamente no esquema como ergonomia, qualidade, conformidade, criatividade, características, custos, análises de valor, de tolerâncias, modularidade, representações técnicas, modelagens, processos de fabricação, simulações, prototipagem, testes, ensaios, patentes, Ciclo de Vida do Produto (LCP), Análise do Ciclo de Vida (LCA), Projeto para a Montagem (DFA), Projeto para a Manufatura (DFM), Desdobramento da Função da Qualidade (QFD), enfim, a lista se estende bastante.

Portanto, por não ser o objetivo dessa tese, mesmo porque existem obras que abordam esses itens com grande propriedade como é o caso de Morris (2010), Pipes (2010), Baxter (2011), Redig (1977), Löbach (2001), Bomfim (1995), Munari (2008), Manzini e Vezzoli (2002), Bonsiepe (1984), Bürdek (2010), Barroso Neto (1982), Volpato (2007), dentre tantos outros clássicos, é que o objetivo da representação se restringe apenas a estabelecer um panorama amplo e geral da área de atuação e competência do designer industrial. A seguir, foram levantados alguns aspectos resumidos sobre eles.

2.1.6.1 Os usuários

A primeira variável se refere a um ponto crucial do sistema-produto: o usuário. Sem a compreensão dessa variável se torna difícil descobrir as reais necessidades e desejos que os mesmos aspiram e, os artefatos, perdem o sentido uma vez que os produtos a serem desenhados são destinados a eles próprios.

Nesse sentido, as características dos usuários devem ser conhecidas por parte dos projetistas. Aspectos como perfil, faixa etária, grupo social, sexo, antropometria, estilo de vida, hábitos, gostos, preferências, destros ou canhotos, dentre outros, servem de elementos delineadores dos usuários ou grupo de usuários do artefato a ser projetado. Uma vez conhecidos os elementos norteadores quanto às características dos usuários, eis que se identificarão mais facilmente com as propostas concebidas.

Löbach (2001) elenca o público-alvo em dois grupos, a saber: os *usuários diretos* e os *usuários indiretos*. Os primeiros são aqueles em que são destinados os artefatos, são os consumidores e beneficiados diretamente pelas manipulações ou manuseios ou atendidos pelas funções destinadas dos artefatos. Os usuários indiretos também podem ser agraciados com as oportunidades dos artefatos, mas podem ser indivíduos que usam ou acessam esporadicamente os mesmos. Nesse sentido, este autor apresenta um diagrama estabelecendo as relações entre o homem, o objeto, o comerciante, o fabricante e o usuário o qual se optou pela omissão neste estudo.

2.1.6.2 As necessidades

O desencadeamento das necessidades nos seres humanos ocorre a partir de processos como respostas a estados de tensão interna uma vez satisfeita ou não. As necessidades podem ser muitas, diversas e de intensidades diferentes. “Tensões insatisfeitas causam sentimentos de frustração. Quando as necessidades são satisfeitas, o homem sente prazer, bem-estar, relaxamento”, Löbach (2001, p.26-9).

De acordo com este autor também somos motivados por inúmeros desejos, vontades, aspirações, anseios e ambições dos quais, uma vez satisfeitos ou não, geram níveis de reações distintas. Ambas as necessidades ou os desejos podem ser saciados pelo uso e apropriação dos objetos. A diferença básica entre elas repousa no fato das necessidades atenderem mais às motivações de ordem primária, enquanto, as vontades se configuram em estágios secundários e terciários. De modo semelhante aos arquitetos e aos engenheiros quando proporcionam soluções projetuais para atendimento de determinadas necessidades e desejos dos indivíduos, os designers industriais, por intermédio do processo criativo e projetual, idealizam os artefatos fabricados industrialmente em larga escala.

À medida que a sociedade foi se tornando cada vez mais complexa a progressão da complexidade também se entrelaçou às necessidades e desejos dos indivíduos. Assim, explica-se o porquê do surgimento de necessidades e desejos que outrora não existiam ou estavam latentes.

A ciência e a tecnologia tentam acompanhar e, elas próprias, também são responsáveis pelos desencadeamentos que se sucedem. Morris (2010) destaca que “outra forma de gerar conceitos criativos de novos produtos é descobrir quais são as necessidades e os desejos do público”, Morris (2010, p.32). Assim, os projetistas podem adotar inúmeras estratégias como: centrado no usuário; tendências do mercado; coleta de dados; etnografia; observação; princípios da psicologia e da sociologia; vivências em subgrupos (*cool hunting*); rede *internet* como fonte de busca (*crowdsourcing*); direcionamento de mercados; e, inclusão, Morris (2010, p.32-44).

Löbach (2001) salienta que o designer industrial tem um papel preponderante para as sociedades industriais uma vez que é o responsável imediato e *participa ativamente* pela geração dos novos objetos que satisfazem às necessidades e desejos dos indivíduos, interferindo na economia, nos modos de vida e nas demais relações entre objetos e usuários. “[...] Os outros estágios essenciais, com menor grau de participação dos projetistas são a fabricação de produtos, a promoção e a venda desses produtos”, Löbach (2001, p.29).

Morris (2010), por exemplo, atrela a esse estágio outra ferramenta, criada a partir da construção dos novos conhecimentos, denominada por *benchmarking*:

Processo de comparar e avaliar sua posição e a de outros, e isso pode trazer um senso de realidade ao desafio de *design* que você tem pela frente. [...] Auxilia a definir as necessidades de seu público no mercado. MORRIS (2010, p.50).

Desta forma, corroborando com Löbach (2001), o designer tem dupla função, por vezes, contraditórias e conflitantes: a primeira, quando os seus objetos projetados atendem às expectativas dos indivíduos; a segunda, quando os mesmos objetos servem para sustentar o sistema econômico monetário e perpetuar o *status* dos capitalistas e industriais.

2.1.6.3 Os artefatos e objetos

Segundo Heskett (2008) o termo objeto está diretamente relacionado a uma gama de artefatos disponíveis ao redor e que se enquadram no cotidiano, na residência, na atividade profissional, de lazer, de educação, de transportes etc., e pode abranger desde objetos simples e

banais como um talher até algo de extrema complexidade tecnológica como, por exemplo, uma aeronave.

Os objetos são uma expressão crucial de ideias de como poderíamos ou deveríamos viver, apresentadas de forma tangível. Como tal, eles transmitem sua mensagem com uma rapidez e uma objetividade que não se limitam à esfera visual, mas podem envolver outros sentidos. [...] Tal diversidade na maneira como os objetos são concebidos, desenhados, percebidos, e usados também fornece múltiplas perspectivas pelas quais eles podem ser compreendidos e interpretados. HESKETT (2008, p.47).

Estudos e pesquisas com a cultura material servem para entender a concepção dos objetos e artefatos e sua inserção nas sociedades apontando hábitos, comportamentos, costumes, tradições além de demais aspectos econômicos, tecnológicos, desenhísticos e outros. No Brasil, existem núcleos e centros de pesquisas sobre essa abordagem como os da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Queluz, 2012). Há mais de duas décadas, por exemplo, pesquisadores como Gomes (1991) iniciaram os estudos com a linha de pesquisa o *Desenho da Cultura Material*, no curso de Desenho Industrial, da Universidade Federal de Pernambuco, posteriormente, recebendo outros desdobramentos inclusive em instituições de ensino diversificadas, como foi o caso da abertura da linha de pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul.

Dohmann (2013) recupera para a atualidade discursos clássicos como os de *Abraham Moles, Jean Baudrillard, Roland Barthes, Leroi-Gourhan, Arthur Berger* e outros com a finalidade de transmitir a verdadeira experiência material por intermédio da cultura do objeto. O autor organizou a obra, com a contribuição de vários olhares de outros pesquisadores dando a importância que lhe é cabida dos objetos e artefatos na vida da espécie humana.

Para Dornas e Lana (2010) esse processo de conceber as formas dos objetos e artefatos se caracteriza pelo complexo investimento em significados de diversas naturezas e intensidades.

Nesta perspectiva, muitas vezes, as exigências do consumidor não se determinam unicamente pela qualidade, pela forma, pela tecnologia e pelos traços simbólicos do produto, mas também por elementos que identifiquem sua procedência geográfica, étnica, cultural e industrial. DORNAS e LANA (2010, p.6)

Fernández e Bonsiepe (2008) apresentam um texto escrito por *Raimonda Riccini* intitulado *Diseño y teorías de los objetos*. Nesse artigo, há uma tentativa de construção de uma teoria dos objetos, pelo reconhecimento da importância dos objetos na vida da humanidade além da influência e contribuição de áreas como a ergonomia cognitiva, a semiótica, a semiologia, a sociologia e a tecnologia para seu fortalecimento. Dessa forma, o artigo discorre desde as primeiras inserções, a evolução, os desdobramentos, os contextos distintos, uma “biografia” dos objetos, até finalizar com uma taxonomia e classificação deles em: *natural; da arte; da técnica; e, de uso*.

2.1.6.4 As funções dos artefatos

Os objetos são idealizados para atenderem a determinadas funções. Löbach (2001) separa as funções em *práticas* – “relativas aos aspectos fisiológicos do uso”; *estéticas* – “relativas aos

aspectos psicológicos da percepção sensorial durante o seu uso”; e, *simbólicas* – “relativas aos aspectos espirituais, psíquicos e sociais do uso”, Löbach (2001, p.54-65). Desta mesma classificação Schneider (2010) corrobora, no entanto, para este autor, as funções práticas são denominadas de *prático-técnicas*. Já Bürdek (2010) classifica as funções em *estético-formais*, *indicativas* e *simbólicas*. Baxter (2011) estabelece que as funções registradas nos objetos possam servir para atendimento das necessidades humanas. Nesse sentido, determina que sejam de ordem hierárquica, a saber, *primária*, *básica* e *secundária*; e, quanto à finalidade – *de uso* ou *de estima*. O Quadro 12 mostra tais classificações:

Quadro 12: Classificação das funções por pensadores projetuais.

Autor	Funções do produto		
Löbach (2001)	Práticas	Estéticas	Simbólicas
Schneider (2010)	Prático-técnicas	Estéticas	Simbólicas
Bürdek (2010)	Indicativas	Estético-formais	Simbólicas
Baxter (2011)	Principal, Básicas, Secundárias; de Uso e de Estima.		

Fonte: O autor; Adaptado de Löbach (2001), Schneider (2010), Burdek (2010) e Baxter (2011).

A questão da função também está associada à forma, desde o início do século XX, gerando um debate sem fim entre o que seria mais importante em um produto: se a estética (forma) ou a finalidade (função). Uma vertente intermediária, como alguns dos autores citados no Quadro 12, defende que ambas são importantes e que o somatório desses atributos devam resultar na *semântica*, ou seja, uma carga de informações repleta de signos e símbolos – elementos socioculturais – responsáveis por uma “comunicação” entre os objetos, artefatos e as pessoas, informando para que sirvam e como podem ser manuseados.

Dohmann (2013) atesta que na era hipertecnológica a função principal de uso, de operacional e de funcionamento dos objetos tem deixado de ser a primeira para dar vazão à função simbólica.

Hoje o objeto, com toda a sua carga utilitária, é valorizado de acordo com outros parâmetros, não rigorosamente novos, mas com grande ênfase no significado, sobretudo na dimensão social. Atualmente, o objeto é considerado útil, especialmente enquanto ícone repleto de significados, como consequência lógica do desprezo para o valor de uso. O signo assumiu a condição de preencher a sua principal função. DOHMANN (2013, p.38)

2.1.6.5 Os métodos projetuais

Aos instrumentos de sistematização e controle do processo projetual se constitui a nomenclatura de método projetual. Os métodos projetuais surgiram, basicamente, na década de 1960, com a influência da Escola *HfG* de *Ulm*. À medida que o grau de complexidade ou a finalidade de um produto se caracteriza existem métodos mais ou menos adequados.

Um projetista experiente consegue captar essas distinções e definir qual método pode ser utilizado para cada realidade, inclusive a combinação entre eles. Essa experiência, somente se adquire, projetando, algo nomeado por conhecimento *tácito*. Apenas o estudo teórico não sustenta essa percepção e visibilidade. Por esse motivo, durante a formação acadêmica devem existir

momentos de contatos experimentais com diversos métodos projetuais para que, posteriormente, o profissional saiba eleger ou até mesmo construir seus próprios métodos de projeção.

Com os métodos projetuais, as inúmeras incertezas, dúvidas e questionamentos residentes na problemática se garantem maiores condições de controlar todas as variáveis envolvidas no projeto, bem como, fornecer tranquilidade e segurança psicológica ao projetista para suportar as tensões, angústias e pressões inerentes da processualidade.

Outros aspectos também relevantes é que cada método projetual possui um conjunto de etapas ou fases constituídas de micro ou macroestruturas, de técnicas específicas ou mais apropriadas advindas das próprias influências e contribuições das outras áreas do conhecimento humano; algumas são para abordagens mais generalistas e outras para situações mais específicas; possuem distintos leiautes e organização das estruturas em fluxogramas apropriados; mas, o que é comum a todos reside no fato de buscarem a solução de problemas partindo de um início, percorrendo caminhos até chegar ao fim com a solução apresentada.

Muitos pensadores do desenho projetual já se debruçaram construindo esses métodos pelas suas práticas, estudos, pesquisas, descobertas ou experimentações vivenciadas, assim como, outros se preocuparam em reuni-los em publicações ou material de apoio e didático como forma de instrumentalizar a aprendizagem de novos profissionais.

Um bom exemplo dessa reunião de métodos projetuais pode ser visualizado em Bürdek (2010). O autor demonstra o surgimento dos métodos projetuais, como um processo evolutivo durante séculos de aprimoramento dos métodos científicos. Resgata inserções desde o período da filosofia grega da Antiguidade, passando pelos avanços científicos do pensamento moderno, recebendo contribuições de áreas como a semiótica, da fenomenologia, da hermenêutica até atingir o contexto existencial da Escola de *Ulm*, quando *Christopher Alexander* programou e disseminou a cultura da metodologia científica na área projetual.

Este mesmo autor agrupa os métodos projetuais em três blocos: i) aqueles pertencentes aos sistemas de primeira geração – *Asimov*, *Archer*, *Ager* e *Hays* e *Jones*; ii) aqueles resultantes de mudanças paradigmáticas a partir de *Kuhn*, como é o caso de *Alexander* com os métodos *Pattern Language* e pela problemática da forma e do contexto; e, iii) aqueles tidos como novos métodos pertencentes a cenários mais próximos da atualidade – o mapeamento mental (*mind mapping*), as técnicas do cenário como instrumento de prognóstico ou de desenvolvimento de aplicativos computacionais, as colagens para usuários (*mood charts*), os métodos empíricos, a determinação de grupos-alvo por intermédio de *milieus* (modos e hábitos), a clínica de produtos e a usabilidade.

2.1.6.6 Os requisitos, as exigências e os parâmetros projetuais

O designer industrial, uma vez compreendida a problemática que cerca o projeto do novo artefato industrial, estabelece com exatidão quais os requisitos mínimos que irá conter, estipula às exigências a serem atendidas e define os parâmetros a serem adotados durante a projeção.

Morris (2010) ao tratar das exigências do produto afirma que as necessidades não podem ser definidas somente entre os desejos e vontades do consumidor aliadas às ideias do projetista. Na construção das exigências do produto devem constar além dos itens operacionais e de

funcionamento do produto aqueles aspectos relativos a regulamentações, a legislações, às normas como, por exemplo, as de segurança, ambiental, de ruídos e outras. Nesse sentido, uma equipe multidisciplinar, coesa e centrada, adotando-se a engenharia simultânea, deve agilizar a quantidade enorme de informações coletadas com grande velocidade por causa da concorrência.

Na busca da construção desses itens se torna necessária à adoção de parâmetros precisos e que reflitam indicativos quantitativos, pois a formulação dos itens de modo qualitativo pode gerar imprecisões, subjetivismo ou dispersão do foco a ser atingido. Por exemplo, Morris (2010), quanto à funcionalidade salienta que “tem a ver com dar vida a um produto. Pode significar fazê-lo funcionar ou se mover, ou ainda escolher os materiais certos para construir a forma e os componentes”, Morris (2010, p.113).

Desse modo, este autor lembra a importância do conhecimento sobre as propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, químicas, magnéticas e ópticas dos diferentes materiais, tradicionais ou novos. Questões quanto à movimentação dos componentes e do desempenho das partes ou do todo devem ser conduzidas com precisão por parte dos projetistas industriais. Por isso, a falsa impressão de que somente os parâmetros qualitativos devem ser explorados durante a formação acadêmica dos designers industriais são suficientes se torna equivocada e perigosa. Normalmente, os aspectos relativos à funcionalidade, desempenho e movimentação dos componentes dos produtos, entre outras, devem passar por simulações virtuais e físicas, pelas experimentações além dos testes e ensaios, algo melhor atendido pelas áreas tecnológicas e exatas como as engenharias diversas. Para Morris (2010), isso pode ser amenizado um pouco, principalmente, desde que os programas de simulações virtuais 3D e a Prototipagem Rápida, possam ser adotados como instrumentação para as análises necessárias durante o desenvolvimento de produtos.

2.1.6.7 A Contextualização

Projetar produtos sem estarem sintonizados com os contextos socioculturais pode dar vazão a produtos sem êxito, frios e sem identificação com seus consumidores, usuários e com a sociedade. Portanto, o projetista necessita ter um olhar para situar o problema material dentro de uma rede ampla de fatos, eventos e acontecimentos históricos, sociais, culturais, econômicos, comportamentais, tecnológicos, políticos, entre outros, para que o desenho, enquanto projeto, reflita tais questões.

Esse é um dos aspectos, como muitos pensadores já anunciaram que torna a globalização uma ameaça aos contextos locais ao permitir a introdução de produtos e tecnologias descontextualizados nas nações. Nascimento Silva (1998) dedica grande parte da dissertação de mestrado intitulada *Uma sistematização do processo de desenho projetual com base em estudos sobre a cultura material*, salientando-se os cuidados durante o desenvolvimento de produtos e dos artefatos industriais inseridos em seus contextos culturais de origem ou naqueles externos.

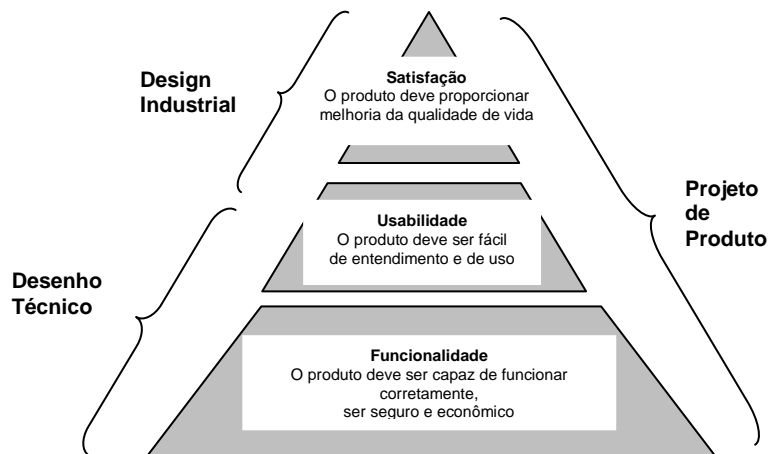
A contextualização também traduz os valores e padrões sociais vigentes no tempo passado, presente e futuro. O resgate de elementos antigos e ultrapassados – retrô – bem como a aplicação de tendências futuristas – ficcionais – em produtos contemporâneos se não forem bem dosados pode significar o sucesso ou o seu fracasso.

2.1.6.8 Os Sistemas produtivo-tecnológicos

Para que os conceitos e as soluções projetuais desenvolvidas pelo projetista industrial sejam materializados é necessária a adoção do uso de matérias-primas e de processos de transformação desses materiais. As escolhas dos materiais mais adequados devem atender a diversos fatores que envolvem cada projeto como, por exemplo, funcionais, estruturais, técnicos, estéticos, de segurança, de custos, ambientais, de resistência, desempenho, dentre outros. Normalmente, ao se eleger os materiais, alguns processos e tratamentos superficiais estão mais ou menos adequados para cada situação. Mas, do mesmo modo, outros fatores são elencados como custos, meio ambiente, relação número de peças produzidas por intervalo de tempo, determinadas facilidades como acesso, obtenção de moldes e matrizes, gastos energéticos e, assim, sucessivamente.

Ashby (2005) apresenta na Figura 68 a “*Pirâmide de Requisitos*” onde a base se caracteriza da concepção técnica e de engenharia; a parte superior se configura as competências do design industrial. Ambas, em consonância e agindo de modo integrado, projetam produtos e artefatos industriais para a sociedade.

Figura 68: A Pirâmide de Requisitos por Ashby.



Fonte: Ashby (2005)

Os projetistas engenheiros de materiais são os maiores especialistas responsáveis pelas escolhas certas, no entanto, cabe aos designers industriais pleno conhecimento sobre estas questões uma vez que os conceitos gerados devem estar sintonizados com os materiais e os processos indicados, muitas vezes, por eles próprios.

Segundo Ashby e Johnson (2002), um bom projetista precisa estar sempre atualizado quanto ao desenvolvimento das tecnologias decorrentes das pesquisas científicas. Isto implica dizer quanto aos avanços e descobertas de novos materiais e de processos “a preocupação de minimizar a carga ecológica criada por produtos de engenharia aumenta a consciência do projeto para o meio ambiente e, em longo prazo, o projeto para a sustentabilidade”, Ashby e Johnson (2002, p.07).

De acordo com o crescimento dos problemas ambientais esse tem sido um aspecto de grande relevância para que as adoções dos materiais e dos processos estejam em maior conformidade com a legislação ambiental e atendam a políticas sustentáveis.

2.1.6.9 O Entorno Ambiental

As implementações das soluções projetuais, sejam do âmbito arquitetônico, da engenharia e do design industrial, sempre têm uma alocação ambiental. Desconsiderar essa premissa é atuar apenas no mundo hipotético, visionário, fictício ou da virtualidade. De acordo com Löbach (2001), “nosso ambiente atual é o resultado da soma de múltiplos fatores, que se estabeleceram por meio de processos de planejamento, configuração e produção independentes uns dos outros”, Löbach (2001, p.21).

No mundo real, o projeto deverá ser executado em algum lugar do ambiente. Para isso, a situação geográfica, o relevo, os mananciais de água, as matas nativas e ciliares, a fauna, a flora, a qualidade do ar, da água, do solo, o nível de ruídos, a poluição sonora ou visual, a extração das matérias-primas, a transformação delas, a geração de resíduos, do lixo, os índices de oxidação, o aquecimento global, de vendavais, de temporais, os terremotos, a redução da camada de ozônio, a temperatura, a ventilação, a umidade, a obtenção e uso das fontes energéticas, o esgotamento dos recursos, enfim, todos esses e outros exemplos constituem-se diferentes formas de interação do projeto com o meio e vice-versa.

Quando as soluções estão em conformidade e em sintonia com o ambiente os impactos se reduzem drasticamente. A questão é quando as soluções não estão em harmonia ou desacordo com o meio acarretando na geração de níveis de impactos ao ambiente. Ou ainda, quando a filosofia dos lucros, das vantagens comerciais, do progresso a todo custo ultrapassam a dinâmica da relação equilibrada entre o homem e o ambiente.

A escalada dos impactos segundo Kazazian (2005) deu início ao agravamento a partir da revolução industrial da Grã-Bretanha e se intensifica, durante o século XX, com a adoção do modelo consumista, industrial e das novas práticas e comportamentos adotados em escala mundial. Somente a partir da década de 1960 e 1970, do século passado, é que os problemas vieram à tona denunciando o modelo cartesiano e materialista equivocado acolhido e prenunciando situações futuras de imprevisibilidades para o planeta. O discurso de um pensamento ecológico-holístico aliado ao desenvolvimento sustentável anuncia a mudança de cultura da sociedade e a quebra dos padrões vigentes até então.

Dentro dessa conjuntura tardia Manzini e Vezzoli (2002) afirmam que a função do design industrial pode ser resumida como a atividade que:

Ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, faz nascer novas propostas que sejam social e culturalmente apreciáveis. Uma atividade que possa ser articulada, conforme o caso, em diferentes formas, cada uma delas dotada de suas especificidades a partir de quatro níveis de interferência. O redesenho ambiental do existente, o projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais, o projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis e a proposta de novos cenários que

correspondam ao estilo de vida sustentável. MANZINI e VEZZOLI (2002, p.20)

Quanto ao papel do design industrial nesse quadro, infelizmente, também teve sua parcela de responsabilização durante o processo de construção da área, uma vez que por muitas décadas projetara sem esse nível de consciência; estimulava o consumo desenfreado e da obsolescência estilística planejada; de certo modo, sem hipocrisias, fora conivente com industrialistas gananciosos ou estabelecera pactos, direta ou indiretamente, com um sistema econômico-imperialista.

2.1.7 Os antigos e os novos campos de atuação do designer industrial

Com base na descrição panorâmica anterior do *sistema-produto*, encontra-se entrelaçado na cadeia do desenvolvimento de produtos, o projetista industrial – engenheiro e designer industrial. Pode estar configurado individualmente ou em equipes mistas. Sua forma de atuação depende bastante do meio onde esteja inserido profissionalmente.

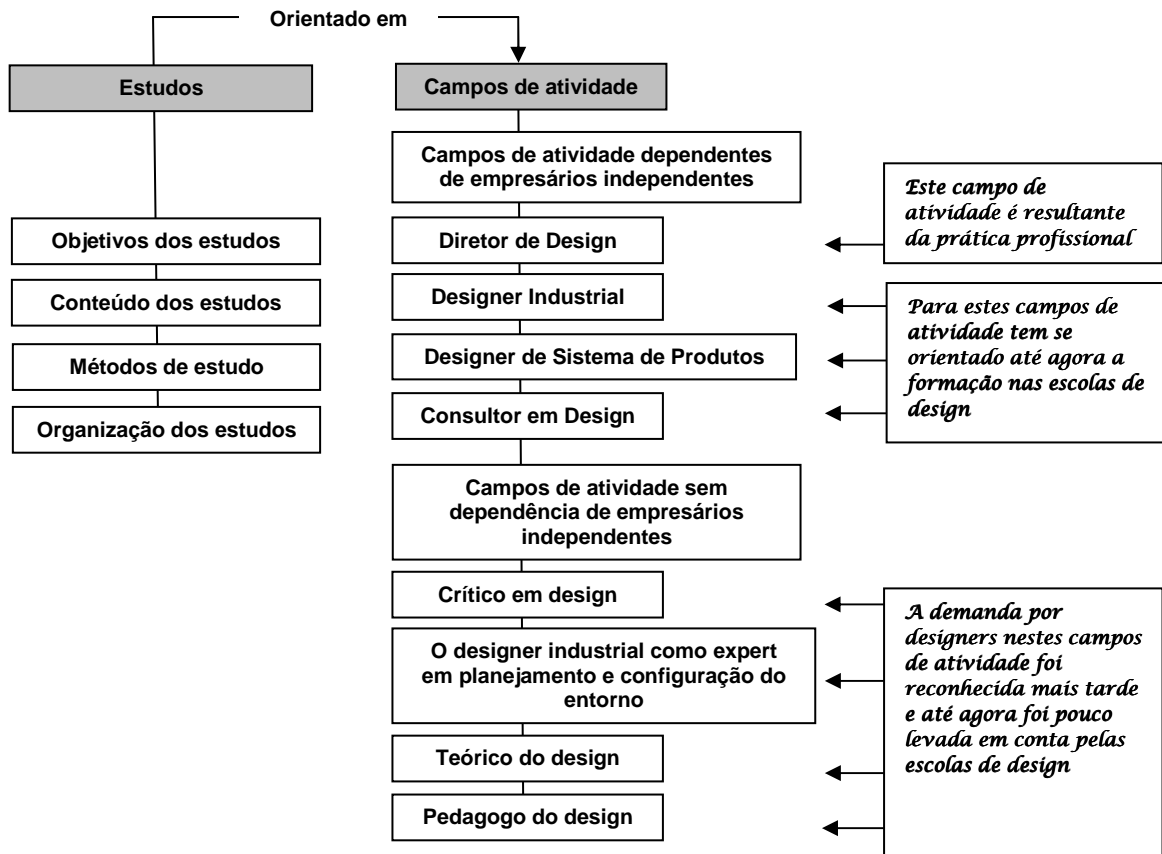
Löbach (2001) apresenta dois principais campos de atuação do designer industrial. Segundo o autor, dentre as opções existe a possibilidade de atuar vinculado às empresas industriais ou sem dependência alguma de empresas industriais.

Nessa primeira condição o profissional pode estar inserido na equipe de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais como projetista apenas ou como gestor de projetos. A diferença básica entre um e outro é que enquanto projetista o profissional não tem poder de tomar decisões gerenciais e de planejamento do departamento que atua junto à empresa e aos demais dirigentes. Ainda, como solucionador de sistemas de produtos e de artefatos, quando há necessidade pode coordenar problemas complexos de integração de conjunto de artefatos industriais. Nas empresas industriais também existe a possibilidade de atuar como consultor permanente ou temporário auxiliando as equipes e os dirigentes em questões pertinentes ao design industrial e ao desenvolvimento de produtos.

Na segunda condição, de estar independente de vínculos com empresas industriais, de acordo com Löbach (2001), uma opção pode ser atuar como crítico em design industrial defendendo melhor os interesses dos usuários e da população. Nesse caso, pode apontar aspectos favoráveis e desfavoráveis nos produtos, independentemente, de vínculos com qualquer fabricante industrial. Essa função poderia ser mais bem aproveitada pelos órgãos de defesa do consumidor, nas instituições de testes, de pesquisas, de projetos, em sindicatos, nas mídias comunicativas ou nas comunidades e escolas. Outra opção se traduz na função de especialista em planejamento e configuração do ambiente. Nesse caso, o profissional pode fazer parte integrante da equipe de gestão e planejamento urbano – municipal ou de outra esfera pública – auxiliando e contribuindo durante o planejamento e a execução de produtos para o bem da comunidade e da coletividade como na área esportiva e de lazer, de transporte, cultural dentre outras. Outra possibilidade é tornar-se teórico no assunto de projetos de produtos industriais com a capacidade de desenvolver teorias, métodos ou instrumentos para aplicação na área de design industrial ou assumindo uma função reflexiva e questionadora sobre o papel da área na sociedade, suas contribuições e suas implicações. A última possibilidade de

atuação se aproxima do campo da pedagogia e do ensino em design industrial qualificando e preparando futuros profissionais para exercer a profissão, como ilustra a Figura 69.

Figura 69: Formação e principais áreas de atuação dos designers industriais.



Fonte: Löbach (2001)

Acrescente-se às possibilidades de Löbach (2001) outras intervenções presentes na atualidade mesmo porque a primeira edição dessa obra data da década de 1980, ou seja, já se passaram mais de três décadas desde sua primeira publicação.

Nesse contexto globalizado atual as exigências aos projetistas permeiam além da simples capacidade de projetar, caminhando pela “capacidade permanente de atualização e de gestão da complexidade” dos fenômenos, De Moraes (2010, p.11).

[...] passamos da técnica para a cultura tecnológica, da produção para a cultura produtiva e do projeto para a cultura projetual. Tudo isso aumentou o raio de ação dos projetistas, ao mesmo tempo em que aumentou também a complexidade de sua atuação. [...] ao atuarem em cenários múltiplos, fluidos e dinâmicos lidam de igual forma com o excesso de informações disponíveis. Torna-se então necessário, para a área projetual atual, dentro do cenário de complexidade existente, valer-se de novas ferramentas, instrumentos e metodologias para a compreensão e a gestão da complexidade contemporânea. DE MORAES (2010, p.11-3)

Para, além disso, com o processo da globalização em pleno andamento, durante as últimas décadas, retirando-se as questões polêmicas e controversas que traz consigo, há uma exigência

natural por uma nova preparação e perfil do projetista de produtos e de artefatos industriais no âmbito dos conhecimentos sobre aspectos de exportação. Conhecimentos como certificação, legislação, cultura, economia, estratégia, tecnologia, social, ambiental, ética, dentre outros, devem estar familiarizados, pois muitos são bastante distintos dos parâmetros de produtos a serem comercializados no mercado interno. No início do processo de globalização somente as grandes multinacionais representavam essa caracterização, mas nos últimos tempos, pequenas e médias empresas estão inseridas em processo de expansão da produção visando às exportações, Heskett (2008).

Adiciona-se a isto o fato do Brasil ter mudado de *status* econômico, pois, na atualidade se configura como um país emergente capaz de extrapolar suas próprias fronteiras delineadoras, diferentemente, de três ou quatro décadas atrás.

Atualmente, podemos destacar outras formas de atuação do designer industrial. Primeiro, como profissional autônomo, pode ter seu próprio escritório de design industrial, realizando papéis como projetista, consultor, pesquisador, teórico e outras especialidades. Por exemplo, um escritório especializado apenas no desenvolvimento de modelos e protótipos físicos e com o grande crescimento das novas tecnologias pode-se dar ênfase às tecnologias aditivas e/ou subtrativas de prototipagem rápida, à digitalização 3D, à inspeção óptica, à realidade virtual ou à aumentada, à holografia, entre outras.

Outra tendência mundial pode começar a ser implementada em analogia pela transferência da forma de atuação de grupos de cientistas em torno de uma determinada descoberta. Algumas pesquisas estão se desenvolvendo entre cientistas de nações distintas de modo integradas, ou seja, os avanços e as contribuições de cada um servem para a evolução dos estudos de outros, assim que alcançam as descobertas a autoria é compartilhada entre os participantes. A mesma parceria ocorre, por exemplo, na indústria aeroespacial, onde projetistas de nacionalidade distintas realizam suas contribuições de modo coletivo e simultâneo.

Nessa mesma linha de raciocínio, determinados projetos podem ser desenvolvidos entre projetistas de regiões ou de nações diferentes uma vez que as novas tecnologias já permitem a rápida transmissão de dados digitais, reunião instantânea via videoconferência e plataformas virtuais integradas de desenvolvimento de sistemas, de produtos e de artefatos industriais. Determinados aplicativos computacionais permitem, por exemplo, um grupo interferir em desenhos de um projeto, guardar as modificações, e outra equipe de engenharia do produto distante interferir ou contribuir aos mesmos desenhos do projeto, quase que simultaneamente, vide Naveiro (2008), em capítulo de livro organizado por Batalha (2008).

No campo do ensino e da pedagogia de Instituições de Ensino Superior, as novas políticas e diretrizes de ensino superior apontam para as inserções com a pesquisa científica e com a extensão comunitária como complementares ao ensino exclusivo de outrora. Desse modo, o conhecimento científico – aspectos técnicos e tecnológicos ou de cunho social – pode dar saltos com a pesquisa e com a inserção na sociedade por intermédio dos designers industriais.

Todavia, acredita-se que para as próximas gerações, o que irá mais influenciar na abertura ou descobertas de novos e antigos campos de atuação reside no fato da qualidade da formação

educacional. A academia enquanto não dispor de instrumentos, meios e mecanismos para acompanhar as mudanças rápidas do meio externo ou produzir a interação entre as diversas áreas ficarão repetindo e perpetuando um modelo de ensino de design industrial que, comprovadamente, não provocou maiores saltos revolucionários.

Lawson (2011), ao tratar sobre os futuros papéis do projetista indica que está diretamente associado à direção que se pretende que a sociedade assuma. Nesse sentido, cita Markus (1972) com as três possibilidades de adoção do projetista para assumirem antigos e novos papéis na sociedade: i) O primeiro papel se configura por um conservadorismo permanecendo tudo como está, ou seja, o projetista, passivamente, espera pelos clientes o procurarem, desenvolve os projetos e, assim, sucessivamente. Mesmo que atue vinculado às entidades não realiza esforços para mudanças profundas no sistema concordando na perpetuação do domínio das classes e das instituições profissionais. Segundo o autor, essa postura é uma das responsáveis por inúmeros problemas atuais incluindo aqueles de ordem ambiental; ii) O segundo papel se caracteriza por ser o oposto ao primeiro tipo. Nesse caso, o projetista abandona a postura passiva, conservadora e de ator coadjuvante anterior e assume o papel principal de mudanças profundas na estrutura da sociedade. Com essa nova caracterização, o projetista tende a se aproximar dos interesses dos usuários acima das corporações pondo fim ao profissionalismo liberal que se conhece. Deixa de ter um perfil de liderança, poder e independência para se portar como um verdadeiro ativista e porta-voz dos direitos, das necessidades, dos anseios de grupos sociais; e, iii) O terceiro papel do projetista, será o de se enquadrar no meio termo das duas possibilidades extremas. Ainda que permaneçam com certo nível de poder e liderança das decisões nos ambientes e projetos executados por causa da especialidade poderá inserir e tornar mais participativa a inserção dos usuários, consumidores.

Essa abordagem mais participativa do projeto pode incluir várias técnicas relativamente novas, que vão de pesquisas públicas com jogos e simulações até os procedimentos recentes de projetar com o auxílio dos computadores. Lawson (2011, p.37-9).

No futuro próximo, segundo Heskett (2008), em termos tecnológicos, a área do design industrial terá, diga-se de passagem, isso já está acontecendo, a disponibilização das novas tecnologias no que tange à Prototipagem Rápida e à aplicação da Realidade Virtual.

Atualmente, algumas empresas de desenvolvimento de produtos já utilizam além das tecnologias mencionadas por Heskett (2008), do uso das tecnologias aditivas e subtrativas de prototipagem, as inserções advindas da nanotecnologia, da realidade aumentada e da holografia em substituição, ou complementarmente, as tecnologias tradicionais de prototipagem, materialização e simulação física dos artefatos. Essas questões pertinentes às novas tecnologias foram retomadas com maior profundidade adiante no item 2.3 do Capítulo de *Fundamentação Teórica*.

2.2 Engenharia Reversa

2.2.1 Definição e Conceituação da ER: compreendendo a área

A técnica denoconotativa explicada por Gomes (1996) tem uma importância fundamental em qualquer trabalho científico, preferencialmente, nos espaços introdutórios e de fundamentação.

Buscar na literatura as principais definições e conotações das áreas já descritas por outros pesquisadores e pensadores serve, entre outras finalidades, para o estabelecimento de contextualizações das referidas áreas, compreensão do universo, constatação do estado da arte e introdução às conexões e desdobramentos posteriores.

Chamamos denotações aqueles significados literários específicos que um termo já tem adquirido e que o distingue de significados e associações literárias sugestivas ou conotações. GOMES (1996, p.29)

Portanto a técnica denoconotativa se configura parte da estruturação básica neste estudo como sendo parte inicial e prerrogativa de qualquer investigação das temáticas abordadas.

Entretanto, o que vem a ser efetivamente Engenharia Reversa (ER) também conhecida por Engenharia Inversa (EI)? Alguns pesquisadores estudiosos e teóricos no assunto já conceituaram e definiram ER em diversos momentos e abordagens.

Sanches da Silva (2005) destaca a ER como uma técnica de desenvolvimento, melhoria, aperfeiçoamento ou adaptação de produtos. Ao resgatar Mury (2000) o autor afirma que se trata de um tema pouco abordado e difundido em países geradores de tecnologia por, equivocadamente, ser confundido com a cópia dos produtos. Parte do princípio das especificações técnicas de um produto anteriormente lançado no mercado embasado em uma metodologia projetual – Engenharias e Design Industrial – com características da implementação de melhorias em artefatos e redesenhos. Tais atividades exigem conhecimentos técnicos de especialistas quanto à formulação de especificações do novo artefato industrial, à pesquisa, ao desenvolvimento e aos processos produtivos.

Mury e Fogliatto (2002), ao citarem Dias (1998), afirmam com ênfase que a ER se destaca entre as principais técnicas voltadas ao desenvolvimento e adaptação de produtos embora seja com frequência confundida com cópia ilegal ou pirataria de produtos, sem reverter *royalties* aos autores originais – empresas ou indivíduos. Talvez, por esse mesmo motivo não tenha atingido maiores abordagens e difusão dentre as nações geradoras de novas tecnologias, algo que não contribuiu com o seu desenvolvimento científico e tecnológico.

Sendo assim, Luz e Santos (2007) apresentam uma lista de situações, motivos e razões éticas e legais, extraída da *DRM Associates*, no ano de 2006, empresa que atua no desenvolvimento de produtos e, que respaldam a adoção da ER. Esses casos podem ser resumidos no Quadro 13:

Quadro 13: Adoção da ER pela *DRM Associates*

i) quando um determinado produto não for mais produzido pelo fabricante original;
ii) quando a documentação do projeto original for inadequada;
iii) quando um cliente necessitar de um produto e o fabricante original não mais existir;
iv) quando a documentação técnica do projeto original nunca existira ou fora extraviada;
v) quando aspectos ruins, negativos, frágeis, defeituosos, problemáticos de um produto necessitar de redesenho, melhorias e aperfeiçoamentos;
vi) quando existir, por parte do fabricante, a necessidade de salientar os aspectos bons, positivos e fortes de um produto a partir do uso e das observações feitas durante a vida útil do produto por determinado tempo;

Razões éticas e legais para uso da ER pela DRM Associates	vii) quando se deseja realizar uma análise de mercado e de produtos competidores comparando-se os bons e maus aspectos de cada um, o todo ou as partes;
	viii) quando se deseja explorar novas maneiras de qualificar o desempenho e demais aspectos do produto;
	ix) quando o modelo original produzido em sistema CAD não for mais suficiente para comportar as modificações no produto ou no processo – de acordo com os métodos atuais de manufatura;
	x) quando o fornecedor original não puder ou não desejar mais fornecer os componentes do produto;
	xi) quando o fabricante original do produto não quiser ou não puder mais fornecer peças de reposição, reparo, troca ou manutenção, ou ainda, quando exigir preços excessivos para fornecer as partes ou componentes de substituição únicos de sua exclusividade;
	xii) quando houver a necessidade de se alterar materiais e processos obsoletos e antiquados por tecnologias atualizadas e mais econômicas.

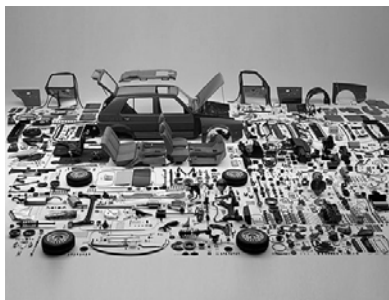
Fonte: Adaptado de Luz e Santos (2007)

Raja e Fernandes (2008) apresentam alguns empregos da ER, tais como nos processos produtivos e na fabricação independente do segmento industrial por parte das engenharias e do design industrial, além de desmistificar a polêmica do que é proibido conhecermos dos fabricantes e das suas criações. Para estes autores, citando o exemplo dos fabricantes de automóveis, após um produto lançado qualquer pessoa, ou até mesmo a concorrência pode adquiri-lo e comprá-lo para fazer engenharia reversa, desmontando, montando, fazendo inúmeras análises e investigações tais como sua fabricação, materiais empregados, número de componentes, seu funcionamento entre outros.

Back et al (2008) denomina a tudo isso de *Processo Inverso*: “Outra situação para realizar um processo inverso é quando se pretende conhecer um produto concorrente ou copiar e começar a produzir um produto existente”, Back et al (2008, p.324).

Portanto, procedimentos como conhecer os produtos da concorrência, estabelecer comparações e análises a respeito deles, investigar modos de funcionamento, montagem, desmontagem, de processos de fabricação, de manutenção, trocas, reparos e consertos, do número e quantidade de componentes, dos materiais adotados são algumas das possibilidades de buscar dados necessários e relevantes para se produzir algo novo, vide exemplo da Figura 70. Estas estratégias são válidas e não aparentam se configurar uma prática ilegal, pois partem do princípio do avanço do conhecimento científico, desde que o resultado da aplicabilidade prática da aquisição desse conhecimento ofereça inovações originais radicais e abordagens inéditas ao estado da arte atual.

Figura 70: Conhecendo um produto detalhadamente.



Fonte: <http://automatiktrans.wordpress.com/>

Dizendo de outro modo, o novo artefato industrial, material ou processo desenvolvido e aperfeiçoado deve ter um grau de originalidade e distanciamento das patentes, dos registros e propriedades industriais já adquiridos anteriormente por detentores das patentes ou dos registros de desenho industrial. Assim, parece não haver problema algum quando as tecnologias, patentes ou registros concedidos já estiverem sob o domínio público ou “caducos”⁷.

Com relação à ER, Canhota Júnior (2005), por sua vez, fornece outra compreensão da área. Segundo este autor essa atividade lida com qualquer produto existente no mercado seja um programa de informática, uma peça mecânica, uma placa de computador, dentre outras, voltando-se ao seu funcionamento, seus resultados e seu comportamento durante as atividades de uso. Salienta, ainda, que a ER atua quando não se tem acesso à documentação projetual e de fabricação e surgem demandas de reposição e de melhorias de componentes.

Souza (2007), citando Ferreira et al (2001), aponta que mesmo havendo a disponibilidade na literatura de uma gama de diferentes abordagens para a definição da ER, a mais comumente observada é voltada ao desenvolvimento de *softwares* e sistemas computacionais ao obter informações de seu código fonte podendo representar em alto nível de abstração para facilitar o entendimento do sistema. O mesmo autor cita Braga (2006) e Peres et al. (2006), afirmando que ambos simplificam dizendo que a ER é o oposto da engenharia convencional de desenvolvimento de *softwares*. Para estes autores, a engenharia convencional prejudica a abstração em níveis mais elevados uma vez que fica presa e limitada ao entendimento dos problemas comum ao ciclo de vida.

Nogueira e Lepkison (2006), por sua vez, na conceituação de ER dão destaque ao ganho com a redução de tempo, de investimentos financeiros a serem feitos além da probabilidade maior de sucesso uma vez que o produto a ser redesenhado já é do conhecimento público, desse modo, há dados estatísticos sobre sua aceitação ou rejeição, diferentemente, de um produto com grau de ineditismo e desconhecimento dos consumidores possuírem níveis de incerteza quanto ao sucesso.

Toledo et al (2009) ao mencionarem Dias (1998) também corroboram com o fato da ER partir de algo já existente e lançado no mercado e que necessita de aperfeiçoamentos. Acrescentam, também, o fato de ser pouco difundida nos países detentores e geradores de tecnologias por ser, equivocadamente, confundida com a cópia dos produtos.

⁷ “Caduco(a)” é o termo adotado quando uma tecnologia, patente ou registro de desenho industrial terminou sua proteção legal e se torna um domínio público podendo ser explorada para outras finalidades.

No que tange ao desenvolvimento ou adaptação de um produto, o ponto crítico para a ER é a formulação de especificações do novo produto, sendo para tanto, necessárias atividades de pesquisa e desenvolvimento. A elaboração do projeto do processo produtivo também apresenta uma complexidade que demanda conhecimentos técnicos. TOLEDO et al (2009, p.4).

Segundo Araújo (2010) ao mencionar o sítio *Wikipédia* da rede mundial *internet* salienta que:

Engenharia Reversa (ER) é o processo de descoberta dos princípios tecnológicos de um produto, objeto ou sistema através da análise de sua estrutura, função e operação. Isso envolve separar algo (uma peça mecânica, um componente eletrônico ou um programa de computador, por exemplo) e analisar seu funcionamento em detalhes para ser usado em manutenção ou para tentar fazer um novo produto ou programa que tenha a mesma função sem ser apenas uma cópia do original. (...) O propósito é o de deduzir as decisões de projeto a partir do produto final com pouco ou nenhum conhecimento adicional sobre os procedimentos envolvidos na produção original. Wikipedia Contributors, 2009 apud ARAÚJO (2010, p.10).

Pereira (2007) ao citar um sítio⁸ encontrado na rede mundial internet comenta que a ER consiste na cópia de determinados modelos criando objeto computacional a partir de um arquétipo real. Nessa situação, os programas computacionais acolhem os arquivos digitalizados, por intermédio de apalpadores mecânicos ou leitores ópticos, importando formatos adequados aos aplicativos.

De acordo com Dias (1997) não há um consenso na definição da ER devido ao fato de haver uma enorme diversidade de definições, advindas, de diferentes áreas, empregos, aplicações e processos adotados.

Mas as definições, variadas que sejam, comportam a observação de pelo menos duas etapas. Uma primeira se constitui na obtenção de informação que caracteriza e especifica o objeto da ação de ER, identificando seus componentes e seu padrão de interrelacionamento. Na segunda, o objeto é representado em outra forma ou com um mais elevado nível de abstração. É uma atividade que não altera o objeto da ação. É um processo, como norma, não destrutivo, um processo de exame, não de modificação do objeto do exame. DIAS (1997, p.2).

Araújo (2010), de outro modo, estabelece um paralelo das conceituações entre Lacerda (2009) e Lima (2003) concluindo:

Lacerda (2009) conceitua Engenharia Reversa em sua dissertação de mestrado como sendo o inverso da engenharia convencional, para ele, na Engenharia Reversa parte-se do objeto real e obtém-se o modelo virtual. Da mesma forma Lima (2003) considera em sua dissertação de mestrado que o processo de Engenharia Reversa caracteriza-se pela reprodução de um modelo físico, para que este possa transformar-se em um modelo digital. ARAÚJO (2010, p.10)

Para Morris (2010), a indústria pode-se utilizar da ER, dos produtos da concorrência, como “uma técnica bastante útil na avaliação dos níveis e padrões técnicos”, Morris (2010, p.50).

⁸ <<http://www.unicam.com.br/Eng-Reversa.html>> apud Pereira (2007).

Souza (2007), por sua vez, apresenta outra definição extraída de Anquetil (2006) como sendo a ER a ação de analisar qualquer sistema e contém dois objetivos fundamentais: i) identificar todos os componentes do sistema e suas relações; ii) criar uma representação do sistema analisado diferente ou em nível de abstração superior.

Pereira (2007) salienta que a ER é proveniente de uma tecnologia que reúne uma ampla variedade de atividades contendo inúmeros conceitos complementares e oriundos de áreas multi e pluridisciplinares. O autor resume algumas definições encontradas na revisão de literatura conforme mostra o Quadro 14:

Quadro 14: Compilação de definições sobre a ER.

Autor	Conceito
Varady (1997)	Enquanto a engenharia convencional transforma conceitos e modelos em peças reais, a Engenharia Reversa transforma em engenharia modelos e conceitos;
Dickin (1996)	A Engenharia Reversa consiste em produzir novas peças, produtos ou ferramentas a partir de modelos ou componentes existentes;
Daschbach (1995)	A Engenharia Reversa é o processo de levantar dimensões, com rapidez e exatidão, determinar padrões geométricos tais como áreas e volumes além de definir as tolerâncias de um modelo existente;
Puntambekar (1994)	Apesar do processo de Engenharia Reversa (que começa com um modelo físico e termina com um modelo CAD) aparentar ser o oposto do processo de manufatura convencional (que começa com um modelo CAD e produz uma peça física) na verdade os conceitos globais são muito similares. A principal diferença é que o protótipo existente na Engenharia Reversa incorpora a especificação do produto em manufatura convencional.

Fonte: Extraído e adaptado de Pereira (2007)

Conforme verificado há uma gama infindável de definições e conceituações acerca da ER. Independentemente do consenso entre elas observa-se que outras áreas não tradicionais e mais afastadas se têm apropriado delas para novas inserções e desdobramentos desencadeando novos saltos para o conhecimento científico, como se verifica o caso desse próprio estudo, na área das Ciências Sociais e Aplicadas.

2.2.2 Historicidade da ER: das origens mais remotas aos tempos atuais

Tudo indica que o processo histórico envolvendo a origem da ER é bastante controverso, pois parece não haver uma data consensual sobre sua origem tão pouco existir uma fronteira clara que a separa da espionagem industrial. No entanto, a ER possui alguns fatos históricos importantes que serviram de marcos cronológicos em períodos distintos, ainda que associada indevidamente à espionagem industrial. Inicialmente, parece ter surgido com a indústria bélica; posteriormente, com a indústria automobilística, de transportes, em geral, aviação e aeroespacial, até a indústria de eletroeletrônicos e digital.

No entanto, a essência da ER, não como se apresenta na modernidade, também esteve presente em diversos estágios da humanidade. Até poucas décadas atrás a ER, esteve, equivocadamente, associada à espionagem industrial.

As inúmeras invenções e descobertas científicas do homem sempre despertaram em outros povos a curiosidade pelo modo de conhecer e saber como se produziam os artefatos, as fontes energéticas, os medicamentos, os rituais e magias e, assim, por diante. Langelaan e Barral (1971) afirmam ser essa a profissão mais antiga do mundo, ou seja, a espionagem. Os autores relatam

alguns casos como, por exemplo, a descoberta dos japoneses da produção da seda, pelo bicho-da-seda, na China 3.000 a.C.; a borracha da seringueira amazônica levada pelos ingleses no século XIX para Ceilão e Cingapura; o segredo da porcelana chinesa enviado para a França no século XVIII; o caso dos japoneses ao enviarem, inicialmente, inúmeros jovens no século XIX, e também durante o século XX, para as nações mais industrializadas daquela época, a fim de buscarem e dominarem conhecimentos e segredos industriais.

Portanto, tais situações se configuraram desde os povos da Antiguidade e da Idade Média, por exemplo, atingindo também, noutra dimensão, as sociedades pré-industriais, industriais e pós-industriais. Os autores Langelaan e Barral (1971) ilustram vários outros casos associados à espionagem industrial no mundo, mas que fogem do escopo desse estudo.

Com relação à ER, enquanto prática sistematizada, alicerçada no conhecimento científico da era moderna, tem-se conhecimento que se refere a uma estratégia de mercado cuja primeira aplicação supõe-se ser atribuída aos japoneses no período que antecede a Segunda Guerra Mundial sendo aperfeiçoada durante os anos do pós-guerra.

Segundo Alves (2010, p.30), ao citar Kim e Nelson (2000) afirma que “países com a industrialização recente recorreram, principalmente, nas décadas de 1960 e 1970, à Engenharia Reversa”. O mesmo autor comenta ainda sobre o caso de o Japão parece ter sido beneficiado por ter acesso a inúmeros subsídios da ER cujos segredos industriais pertencentes, por exemplo, a países europeus como a Alemanha e, no caso da América, com os Estados Unidos para se tornar uma potência industrial durante a segunda metade do século passado.

As empresas japonesas utilizaram a ER nos períodos anterior e posterior à Segunda Guerra Mundial, sofrendo um grande impulso em sua economia. Grande parte desse efeito está relacionada à utilização da Engenharia Reversa que permitia a absorção e modificação de tecnologias estrangeiras. Lastres (1996); Medeiros (2007), vide ALVES (2010, p.30).

Tudo leva a acreditar que a miniaturização difundida ao mundo pelos japoneses se dá pela aplicação e domínio das técnicas de ER ao dissecarem as tecnologias, os processos e os produtos estrangeiros implementando melhorias drásticas na quantidade de componentes e no tamanho físico dos componentes e, por conseguinte, nos artefatos.

Outras aplicações polêmicas de ER também envolvem a extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas bem como demais países integrantes do bloco econômico Tigres Asiáticos também vinculados aos Estados Unidos da América e países do continente europeu, esclarece Alves (2010):

Zhu *et al.* (2005) mostram que o processo de aquisição de tecnologia da China segue, geralmente, a seguinte linha: aquisição de linhas de manufatura e técnicas de países desenvolvidos, modificação do processo e identificação das partes e componentes, alcançar o desenvolvimento do produto através da ER e, por fim, otimizar os produtos. Segundo Hobday *et al.* (2004), o processo de inovação da Coreia do Sul é reverso, esperando os países desenvolvidos gerarem novas tecnologias e mercados para que possam participar dos mesmos. Medeiros (2007) ainda destaca a utilização da ER em países como Taiwan e Malásia, o que leva a observar que essa

técnica encontra-se mais difundida e aceita nos países do oriente. Santos e Luz (2007) apud ALVES (2010, p.30).

Relatos históricos apontam que o apogeu da espionagem industrial foi alcançado durante a Guerra Fria entre as duas potências econômicas – URSS e EUA, como ilustra a Figura 71, do serviço secreto americano. Após esse período ocorreu uma migração do foco de interesse militar e espacial para o empresarial, o mercado, a concorrência, os sistemas de informação, comunicação, inteligência competitiva, vide Saheli e Grisi (2001) ou Lana (2011).

Nesse sentido, como forma de se proteger contra os “assaltos” tem-se desenvolvido serviços especializados e inteligentes de contraespionagem nas áreas citadas como forma de garantir menores prejuízos às organizações.

Figura 71: Ícone oficial norte-americano acerca de informação e investigação secreta.



Fonte: http://icdetectives.blogspot.com.br/2011_11_13_archive.html

De acordo com Alves (2010), os Estados Unidos da América somente foram enveredar, de modo consistente, tardiamente no âmbito da ER, por volta da década de 1980, principalmente, em função da necessidade dos fabricantes da reposição de peças sobressalentes e do resgate das informações técnicas dos produtos, embora, isso não os exclua de jamais ter sido acusado de terem feito algum tipo de espionagem industrial no passado:

O governo norte-americano teve maior contato com a ER em meados da década de 1980, a partir da necessidade de se obter peças sobressalentes para certos equipamentos e recuperação de informações técnicas (INGLE, 1994). Lastres (1996) ressalta pesquisas feitas nos Estados Unidos nessa mesma época, onde as empresas entrevistadas apontaram a ER como a segunda principal fonte de informações para inovações, ficando atrás, apenas, do setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D), sendo considerada um importante meio de obtenção de informação tecnológica. ALVES (2010, p.30).

Araújo (2010), apoiado em Chikofsky (1990), explica ainda que a ER é antes de tudo um processo analítico, investigativo de onde partem exames minuciosos e precisos sobre o que se deseja obter de informações e dados técnicos:

O termo 'Engenharia Reversa' tem sua origem na análise de produtos – onde a prática de se decifrar os projetos através do produto finalizado é senso comum. A Engenharia Reversa é regularmente utilizada para se melhorar os próprios produtos, bem como analisar os produtos do concorrente (Chikofsky, 1990). De acordo com Chikofsky (1990) a

Engenharia Reversa por si própria não envolve modificar o sistema analisado ou criar um novo sistema baseado no sistema analisado. A Engenharia Reversa é um processo de exame apenas e não um processo de mudança ou de replicação. ARAÚJO (2010, p.10)

Entretanto, acredita-se que a essência da ER, ou seja, enquanto prática informal tem antecedentes mais remotos. Podemos verificar isto com um período que antecede a industrialização – por volta de 1740 – se estendendo à Revolução Industrial da Grã-Bretanha, e à Primeira Exposição Internacional de Londres (1851), quando pela primeira vez, se torna público o contato direto entre inúmeros fabricantes e empresas de produtos e de tecnologias entre as potências mundiais. Desse período em diante, os fatos somente aceleraram e serviram para oficialização desta área do conhecimento humano.

O fato primordial é que com a industrialização das primeiras nações, e, por conseguinte sua ascensão econômica, um processo natural de competitividade industrial entre elas se desencadeia. Se desperta uma curiosidade entre as nações e, em particular, entre os fabricantes, de como desenvolviam seus produtos, seus processos produtivos, suas inovações, avanços e descobertas científicas. Isto desencadeou também, de certo modo, as práticas legais e ilegais da aquisição de tais conhecimentos. Exemplos saudáveis como os investimentos em contratação de profissionais qualificados e especializados, em pesquisa e desenvolvimento, em patentes, em parques tecnológicos e laboratoriais dentre outros, dividiram espaço com práticas e procedimentos ilegais e antiéticos caracterizados por espionagem industrial, acesso e roubo de segredos industriais, subornos, conspirações, fraudes, sabotagens, pirataria e falsificação, por exemplo.

No período do pós-guerra, com o advento da era da microeletrônica alterou-se tudo isto direcionando a processualidade para a virtualidade e a simulação informatizada a partir da disponibilização dos *softwares* e *hardwares*. O aumento da produtividade, a redução dos riscos, dos custos e do tempo para desenvolvimento e lançamento de novos produtos foram alguns dos benefícios trazidos também pela era da microeletrônica.

Outro aspecto interessante se refere ao fato de que a era da eletrônica trouxe novas contribuições para inúmeras áreas do conhecimento, em especial, a da Engenharia e a do Design Industrial. O fato dos desencadeamentos conduzirem às inovações e invenções principalmente para o campo da informática e da cibernética, primeiro com o transistor depois com os *chips* eletrônicos, possibilitou mudanças radicais no cotidiano, nos segmentos sociais e na profissionalização. O advento da computação transportou processos e procedimentos manuais, mecânicos, analógicos e estáticos para o dinamismo da virtualidade, da edição e manipulação de dados digitais.

Mais, recentemente, com o surgimento e avanço da informatização novas inserções legais e ilegais da ER se fazem presentes, como ilustra a Figura 72. Um exemplo legalizado bastante difundido refere-se ao uso da digitalização 3D de produtos ou protótipos para agilizar o processo de redesenho, uma vez que a etapa de produzir os desenhos de todos os componentes praticamente é eliminada ao adotar a captura por escâneres 3D. No entanto, os mal-intencionados poderão estar usando-se do procedimento de digitalização 3D para disseminar as cópias de produtos de sucesso.

Por outro lado, um exemplo de prática ilegal da era da informática associada à ER e à espionagem industrial, diz respeito ao surgimento de indivíduos dotados de grande habilidade –

hackers – em conhecer, rastrear e capturar informações virtuais – que se especializam em conseguir segredos industriais ou comerciais atuando como espiões sofisticados a partir do uso de aplicativos, de vírus, aplicativos “malignos” virtuais – *spams* – ou outras maneiras de invasão de privacidade. Por outro lado, empresas e organizações contratam esses profissionais para fazer um trabalho oposto de contraespionagem, ou seja, de proteger constantemente o empreendimento das invasões e roubos virtuais dos segredos comerciais ou industriais.

Figura 72: Código fonte de programação do computador no fundo azul da eletrônica ©(Gudella | Dreamstime.com).



Fonte: <http://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-royalty-free-c%C3%B3digo-fonte-image5812899>

Recentemente, o Brasil esteve envolvido em um episódio onde foi vítima de invasão e rastreamento pelos Estados Unidos da América. Segundo as inúmeras matérias jornalísticas⁹ o Governo brasileiro e empresas foram espionados ciberneticamente. As explicações do Governo norte-americano foram evasivas e levantaram especulações entre defesa contra terrorismo ou espionagem estratégica sobre a economia nacional.

O fato de a história nos mostrar, principalmente, inúmeros casos de espionagem e roubo de segredos industriais e cópias idênticas de artefatos industriais e processos tecnológicos, equivocadamente, por um tempo parece ter sido atribuído tais fatos à ER. Pesquisadores e estudiosos da atualidade no assunto asseguram que esta visão tem se modificado nos últimos tempos.

Atualmente, a ER apresenta inúmeros empregos nos diversos setores industriais e da informática além também do uso noutras áreas do conhecimento humano como, por exemplo, na biotecnologia, na nanotecnologia, na robótica, na cibernética e na medicina.

2.2.3 Evolução da ER: As novas tecnologias na área projetual

Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012) estabelecem um resgate de como se deu o surgimento das novas tecnologias desencadeando uma nova linguagem binária – a base da geração das informações digitais e virtuais – e a introdução delas no campo projetual: na

⁹ Maiores informações consultar em:

<<http://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2013/09/21/americanos-ignoram-escandalo-de-espionagem-ao-brasil-diz-pesquisador.htm>>;

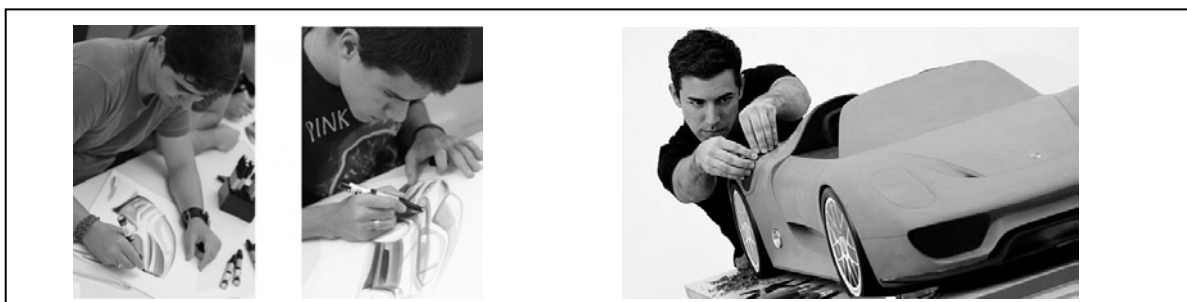
<http://convergiadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=34222#.Uj9RiX_iFUw>;

<<http://jovempan.uol.com.br/noticias/brasil/ex-embaixador-diz-que-aproveitava-espionagem-dos-eua-para-mandar-recados.html>>

arquitetura, engenharias e em especial no âmbito do design industrial. Para isso se fundamentaram em Gamba Júnior (2003), Guillermo (2002), Menegotto (2000) e Martino (2007).

Estes autores tentaram compreender como está acontecendo essa passagem da idealização e projeção de produtos e de artefatos industriais antes por instrumentos mecânicos, manuais e físicos, como ilustra exemplos da Figura 73; e, mais recentemente com a adoção das novas tecnologias por intermédio dos ambientes virtuais, cibernéticos e imateriais. Questões como “facilitações” operacionais e procedimentais provenientes das novas tecnologias como rapidez, versatilidade, simulações, redução de determinados custos e investimentos, entre outros, entram em conflito com os estímulos criativos, de percepções sensoriais, de envolvimento com os recursos da materialidade são postos em evidência. Além disso, a prática, a dinâmica, os processos da projeção sofrem mudanças na práxis. Certamente, existem benefícios, mas também desvantagens provindas dessa migração onde os autores refletem como se podem proporcionar as melhorias e amenizar as implicações geradas.

Figura 73: Modelagens bi, tridimensional e física.



Fontes: <http://www.jalopnik.com.br/como-se-tornar-um-design-automotivo-de-verdade/>;

<http://carsale.uol.com.br/editorial/noticia/6394-porsche-mostra-1-imagem-da-versao-de-producao-do-918-spyder>

Pipes (2010) apresenta como as ideias, por intermédio dos desenhos passaram a ser registradas na tela do computador substituindo ou complementando as representações em folhas de papéis de outrora; como os diversos instrumentos de atividades de desenho e habilidades manuais, a saber, a prancheta de desenho, lápis, borrachas, canetas nanquim, caneta marcador, bastão de cores, carvão esfuminho, pincéis, tintas, aerógrafos entre outros foram oferecidos nos aplicativos de computador; de que maneira os desenhos técnicos e a documentação projetual passaram a ser produzidos em programas informatizados 2D e 3D, conforme a Figura 74, em vez das pranchas de papéis aliadas à técnicas e instrumentos de desenho geométrico e técnico tradicionais; da mesma maneira, o modo como a obtenção dos modelos físicos (mocapes, maquetes e protótipos) antes produzidos com instrumentos manuais e técnicas advindas da produção artística ou artesanal – da escultura, da marcenaria, da serralheria e outras atividades manuais – estão sendo implementados ou modificados com as tecnologias aditivas ou subtrativas de prototipagem.

Figura 74: Prancheta de desenho digital em alusão à prancheta tradicional.



Fonte: <http://www.materiaincognita.com.br/o-projeto-voltra-para-e-pranchetas-de-desenho-digital/#axzz2cn8WB911>

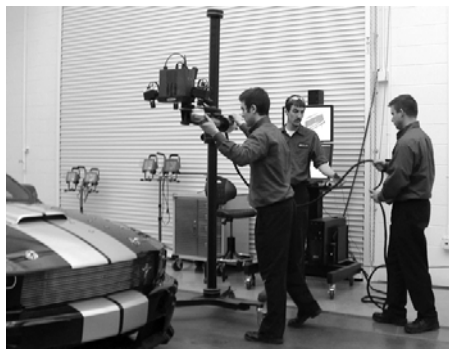
Takamitsu e Menezes (2010) ao citarem Escorel (2000) afirmando que a criação do projetista é indissociável da materialidade das ideias mesmo com as inúmeras possibilidades ofertadas pelos recursos tecnológicos também mostram, por outro viés, através de Santos et al (2002), que o processo criativo e tradicional pode ser complementado ou transferido para o meio virtual. Essa migração se dá devido ao fato de várias características vantajosas do meio digital tais como:

[...] Onde são geradas informações precisas, ligadas ao dimensionamento (espessuras, peso, concavidades, convexidades), possibilitando assim, a apresentação rápida de alternativas (alterações de cor, superfícies, texturas, elementos decorativos) e de imagens fotorrealistas, com renderizações, (estas possibilidades dependem dos *softwares* utilizados e da capacidade computacional instalada), que funcionam como ferramentas auxiliares no processo de criação, pois permitem a visualização tridimensional (rotação) e o dimensionamento parametrizado (construção com dados matemáticos) do objeto. Santos et al (2002) apud TAKAMITSU e MENEZES (2010, p.3).

Atualmente, no meio acadêmico, os investimentos se fazem necessários no âmbito da informática. Por exemplo, os estudantes da área projetual já iniciam seus cursos profissionalizantes adquirindo ou planejando a aquisição de computadores, *notebooks*, programas 2D e 3D, escâneres 2D e 3D, mesas digitalizadoras, impressoras 2D e 3D entre outros acessórios e parafernália eletrônicas e informatizadas.

Silva et al (2006) ilustram a importância do papel dos escâneres 3D a laser, vide exemplo da Figura 75, para contribuir na economicidade de espaços físicos e de transporte dos objetos digitalizados. Uma vez arquivados virtualmente podem ser compatíveis com as plataformas CAD/CAE/CAM bastante adotadas durante o “desenvolvimento de produtos, construção de moldes, inspeção, controle de qualidade, etc.”, Silva et al (2006, p.2).

Figura 75: Scanner 3D Modelo Atos.



Fonte: <http://www.cvgrp.com/en-us/research-and-development-solutions/pages/bench%20marking%20capabilities.aspx>

Bonsiepe (1997), àquela época, já dedicava uma obra intitulada *Design: do material ao digital* onde analisava essas questões inerentes ao processo de desenho projetual. Aspectos como as novas linguagens, os comportamentos, os discursos, as posturas, as teorias, a prática, as metodologias e o ensino foram salientados com vistas às mudanças tecnológicas cibernéticas e multimidiáticas que estavam acontecendo no final do século passado. Dizendo de outro modo, corroborando com Bonsiepe (1997), essas questões precisam ser repensadas para se adaptarem a uma nova ordem, a uma nova era, caracterizada pela riqueza da visualidade e da virtualidade.

A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAAUSP), entre algumas das instituições nacionais, vêm adotando a combinação de métodos de representação tradicionais com os digitais através da inserção desses conhecimentos durante as práticas acadêmicas. A adoção de programas de desenho como o *Rhinoceros* – da *McNeels* – pode facilitar a assimilação virtual da construção dos desenhos, das renderizações, da digitalização, da prototipagem rápida e da ER a partir da tecnologia de modelagem *NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines)*, afirma Lara (2009).

Outras instituições preferem inserir e equipar suas estruturas laboratoriais com outros programas de diferentes fabricantes, contendo tecnologias distintas, para fins diversificados, inclusive com valores e custos dentro das suas possibilidades. Dentre eles, pode-se destacar: o *Autocad*, o *Simulation*, o *Inventor*, o *Alias*, o *3ds Max*, o *Maya*, entre outros, da *Autodesk*; o *SolidWorks*, o *Catia*, o *Simulia*, o *Delmia*, entre outros, da *Dassault Systems*; o *Pro-engineer*, da *PTC - Parametric Technology Company*; o *Solid Edge* da *Siemens PLM Software*, o *Unigraphics* da *UGS Corp.*; o *EdgeCam* da empresa *Planit Holdings plc.*; e, assim, por diante. A mesma situação se configura com os equipamentos – *hardwares* – onde algumas instituições, devido aos custos elevados, optam pelo compartilhamento de estruturas e pelas afinidades das áreas de ensino ou pesquisa. Na atualidade, existem inúmeros modelos, com custos bastante distintos, desde equipamentos mais econômicos e amadorísticos, portanto, com determinadas limitações até aqueles de cifras elevadíssimas e de uso profissional contendo recursos ilimitados, conforme as Figuras 76a e b.

Figura 76a: Impressora 3D *Cube*

Figura 76b: Sistema de produção 3D *Fortus 900mc*



Fontes: <http://www.univem.edu.br/noticias/?id=2660>; <http://www.stratasys.com/br/3d-printers>

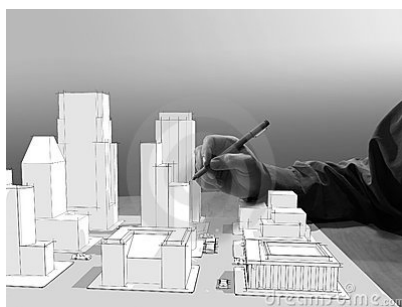
Ruschel et al (2011) atuando no *Grupo de Pesquisa Modelagem da Informação e Colaboração Digital*, nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção, realizaram vários experimentos com conforto ambiental, projeto digital e integrado, no ensino de Arquitetura e Engenharia. Nessa pesquisa os autores “demonstram o uso de inovações disponíveis em termos de ambientes colaborativos, ferramentas de comunicação, mundos virtuais 3D, Laboratórios de Acesso Remoto (LAR), automação e simulações”, Ruschel et al (2011, p.21).

Segundo Lefteri (2009), as novas tecnologias disponíveis configuradas por máquinas atreladas ao computador possibilitam a realização das experimentações na fabricação de algo antes somente possível nas fábricas e arranjos fabris complexos. O autor, ao apresentar oitenta e duas técnicas de fabricação voltadas ao projeto e desenvolvimento de produtos, no livro “*Como se faz*”, demonstra técnicas tradicionais e diversas outras mais recentes provenientes das inovações tecnológicas dos processos informatizados.

À medida que o tempo passa, as novas tecnologias se tornam mais acessíveis e popularizadas permitindo que a sociedade, os indivíduos e os profissionais possam adquirir a custos cada vez mais inferiores os novos aparatos tecnológicos.

Corroborando com Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012), parece não estar muito distante do tempo em que ao projetar, estarão sendo simulados representações e eventos em ambientes imersivos caracterizada pela realidade virtual e aumentada, como mostra a Figura 77, ou pelo uso da tecnologia holográfica nas telas dos monitores de computadores como atesta Pipes (2010).

Figura 77: Realidade aumentada em projetos arquitetônicos.



Fonte: <http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-royalty-free-sonho-do-arquiteto-image2006965>

Atualmente, com um computador alguns programas de informática, um escâner 3D e algum equipamento de tecnologia de prototipagem rápida se pode montar um escritório, uma empresa ou uma “fábrica” onde a atividade do design industrial, da engenharia, da ER e do desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais possa ocorrer com grande eficiência e qualidade no mesmo espaço físico, algo difícil de imaginar a algum tempo atrás. Com essa instrumentação tecnológica pode-se projetar, simular, animar, testar, digitalizar e prototipar, não necessariamente nesta ordem, sem a necessidade de recorrer a terceirizações ou erguer enormes empreendimentos fabris e de projeto ou desenvolvimento de produto ou com ER.

2.2.4 Desdobramentos da ER: A ER Clássica e a High Tech

Dentre as diversas técnicas, instrumentos, estratégias e métodos de investigações científicas adotadas durante o desenho ou redesenho de novos artefatos industriais podemos exemplificar os métodos projetuais e de ER, os procedimentos de técnicas analíticas como parte do arcabouço metodológico adotado tanto pela área da Engenharia Industrial quanto do design industrial.

O primeiro dos estágios da ER o qual pode se denominar *ER Clássica ou Tradicional* teve sua origem desde o período da pré-industrialização, evoluindo durante a industrialização e, atualmente, na era pós-industrial, ainda se tem utilizado, embora com menor entusiasmo e fascinação que os recursos provenientes da informatização, mas que não deixa a desejar em termos de riqueza da obtenção de dados e informações destinadas à projeção de produtos. Caracterizam-se, essencialmente, pela aplicação do conjunto de técnicas analíticas tradicionais, manuais, mecânicas, físicas ou analógicas em torno de artefatos ou processos, conforme a Figura 78. Aliás, talvez seja esta característica que tem contribuído para algumas novas inserções ou redescobertas da relevância dessa estratégia. Consulte-se também Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012).

Figura 78: Análise, investigação e medição mecânica e manual.

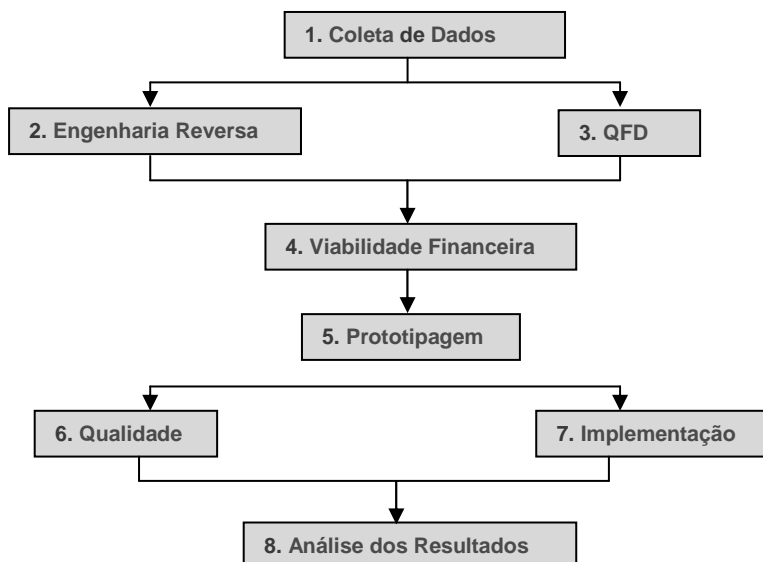


Fonte: <http://www.starrett.com.br/produtos/produtodetalhe.asp?prodnome=Paquimetros-tipo-Universal-Digitais-Serie-798&cat=1&linha=0&codprod=854>

Mury e Fogliatto (2002) propõem uma metodologia de desenvolvimento ou de redesenho de produtos a partir de insumos da ER atrelada a ferramentas de mapeamento de melhorias de produtos e processos de fabricação como, por exemplo, o *QFD - Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade (Akao, 1996), as cartas de processo (Krajewski & Ritzman, 1999) e o *FMEA - Failure Modes and Effects Analysis* - ou Análise de Modos e Efeitos de Falha

(Hoyland & Rausand, 1994), Mury e Fogliatto (2002), conforme a Figura 79. Os autores exemplificam a metodologia proposta com a aplicação do desenvolvimento de um produto “pincel para pintura” submetido ao mercado alemão.

Figura 79: Passos da metodologia proposta.



Fonte: Mury e Fogliatto (2002)

Complementarmente, os autores Mury e Fogliatto (2002) apresentam um Quadro 15, com cinco fases adaptadas de Ingle (1994), onde há a comparação entre as fases de desenvolvimento tradicional de produto e as fases da ER.

Quadro 15: Sequência de atividades comparativas entre o DP tradicional e a ER

Processo Tradicional	Engenharia Reversa
Necessidade Ideia de um novo projeto Protótipo e teste Produto	Produto Desmontagem Medição e testes Recuperação do projeto Protótipo e teste Produto ER

Fonte: Mury e Fogliatto (2002); Adaptado de Ingle (1994)

Como se pode verificar ainda com Mury e Fogliatto (2002), a ER dispõe de estratégias analíticas de produtos, de processos ou de materiais utilizando-se métodos clássicos e tradicionais como as análises de montagem, desmontagem, medições, tipologias de componentes, testes e ensaios, dentre outras, podendo haver a combinação de instrumentos facilitadores mais recentes advindos do Projeto Auxiliador por Computador (CAD), segundo *Boulanger (1998)*; dos escâneres tridimensionais *de acordo com Guerreiro (1999)*; *Fischer & Park (1999)*; *Lee & Woo (1998)*; das técnicas de prototipagem rápida, conforme *Netto (1999)*; e, da análise de materiais sugerida por *Dias (1998)*.

De acordo com *Leodoro (2008)*, em citação de nota de rodapé, afirma que *Dennett (1998)* caracterizou a ER como uma metodologia de estudo por intermédio de manipulações como montar,

desmontar, fazer funcionar etc., além de ser uma “hermenêutica que assume o grau ótimo como hipótese *default* na interpretação dos artefatos”, Leodoro (2008, p.41).

O grau ótimo consiste em pressupor que, na análise estrutural de um dispositivo, a concepção e organização das partes têm como prerrogativa otimizar o funcionamento geral do artefato. A engenharia reversa exige uma postura intencional, ou seja, indagar o que o projetista do artefato tinha em mente. LEODORO (2008, p.41); Nota de Rodapé.

Segundo Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012) as seguintes análises podem fazer parte do rol de estratégias da ER Clássica ou Tradicional:

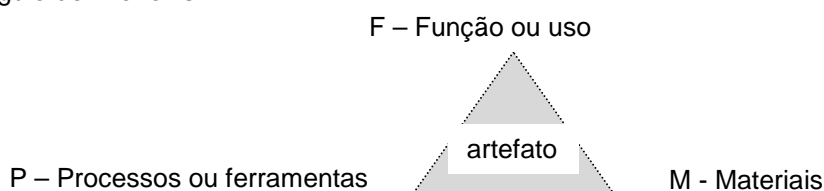
Aquelas análises que são realizadas diretamente com o artefato físico. Podem ser adotados instrumentos de medição como paquímetro, escalímetro, trena etc.; ferramentas para montagem e desmontagem; máquinas e equipamentos para realização de testes e ensaios além de instrumentos de registro e de observação como planilhas de desenhos, a máquina fotográfica analógica e a digital além da máquina filmadora. Questões relativas à caracterização do artefato, à configuração formal, à sincronia e à diacronia, ao funcionamento, à operacionalidade, ao desempenho e eficiência, à ergonomia, a riscos e segurança, à estrutura, ao número de componentes, aos materiais, processos de fabricação, moldes e matrizes, à qualidade e ao grau de similaridade, cópia ou plágio podem ser exploradas juntamente com os artefatos analisados. NASCIMENTO SILVA; MENEZES; PASCHOARELLI; ALENCAR (2012, p.07)

Segundo os próprios autores o ápice desse tipo de estratégia refere-se à possibilidade de estimular o processo e a capacidade criativa dos envolvidos para as inovações superficiais, mas principalmente àquelas divergentes e profundas por causa da grande quantidade e do nível da qualidade das informações absorvidas.

Leodoro (2008) estabelece uma contribuição ao ensino da Física no Ensino Médio quando levanta a questão de que o material didático do ensino da Física tem se distanciado da apresentação social contextualizada das inovações tecnológicas dando maior ênfase apenas aos aspectos técnicos e tecnológicos. Segundo o autor, a apreensão mais completa da inovação tecnológica enquanto ciência e conhecimento científico se dá com a apropriação de elementos históricos e culturais entre outros, uma vez que caracteriza a contextualização dos artefatos e da tecnologia a ser investigada.

Para fundamentar sua contribuição Leodoro (2008, p.43) se apoia no *Triângulo de Bronowski* (1998), de acordo com a Figura 80, onde submete o objeto industrial a uma “desconstrução física, estrutural ou conceitual”, por intermédio da ER, no centro de um triângulo cujos vértices – a Função, os Materiais e os Processos – servem de “campos de forças” para reconstituí-lo em “grau ótimo” durante o projeto do artefato.

Figura 80: Triângulo de Bronowski



Fonte: Leodoro (2008)

Munari (2008) apresenta uma preocupação pertinente à formação dos designers industriais uma vez que estes devem investigar os produtos, objetos ou artefatos de diversas maneiras.

Pode ser útil ao projetista saber como se analisam os objetos de produção industrial, a fim de conhecer suas qualidades e defeitos sob todos os aspectos. [...] Se um designer quiser saber por que os objetos são como são, deve examiná-los sob todos os aspectos possíveis. Não apenas, portanto, sob o aspecto dos valores pessoais, mas também sob o aspecto dos valores objetivos – tais como a funcionalidade, a manuseabilidade, a cor, a forma, o material de que são feitos, e assim por diante -, verificando sempre se o resultado é bom ou mau, de acordo com um critério objetivo. Munari (2008, p.96-102)

Nascimento Silva e Alencar (2013) citaram Munari (2008) novamente completando:

Eis, pois uma lista de elementos a analisar. Nem todos eles servem para todos os objetos; em certos casos, a análise de apenas alguns elementos será suficiente, ao passo que em outros todos os elementos serão necessários: a) Nome do objeto; b) Autor; c) Produtos; d) Dimensões; e) Material; f) Peso; g) Técnicas; h) Custo; i) Embalagem; j) Função declarada; k) Funcionalidade; l) Ruído; m) Manutenção; n) Ergonomia; o) Acabamento; p) Manuseabilidade; q) Durabilidade; r) Toxicidade; s) Estética; t) Moda e styling; u) Valor social; v) Essencialidade; w) Antecedentes; x) Aceitação por parte do público. Munari (2008, p.96-102) apud NASCIMENTO SILVA e ALENCAR (2013, p.50-1).

Algo confirmado por Leodoro (2008) ao entender o artefato como um instrumento útil da educação científica “promovendo a decifração do sistema intencional de ações que marcam a produção de um objeto industrial. O seu conteúdo é histórico, técnico e científico”, Leodoro (2008, p.40).

Blanchfield (2002) organizou uma publicação onde apresenta, em forma enciclopédica, uma estrutura analítica de produtos e artefatos com grande riqueza visual e de informações¹⁰ seguindo desde os antecedentes, a história, os tipos de matérias-primas, os desenhos, o projeto, os processos de fabricação, o controle da qualidade, os resíduos dos produtos, os aspectos do futuro além de indicar onde se aprender mais sobre cada um deles. São dezenas de invenções – produtos e sistemas – analisadas que perpassam por eletrodomésticos, ferramentas, máquinas, equipamentos, instrumentos de medição, de lazer, de entretenimento, de trabalho e, assim, sucessivamente.

Nesse sentido, uma vez incorporada a disciplina da investigação dos artefatos industriais, algo que as economias asiáticas já demonstraram para o mundo como se faz, é que os engenheiros, projetistas de produtos e designers industriais devem possuir um olhar diferenciado dos usuários ou consumidores. Subsidiados pela sistematização da diversidade de técnicas analíticas provindas do conhecimento científico estes profissionais podem, então, dissecar os artefatos e as tecnologias de um modo peculiar e diferente das pessoas comuns cujas informações passariam despercebidas sob um viés menos científico ou investigativo. Por mais curiosos que possam ser esses indivíduos não foram treinados nem instruídos a fazer a aplicação das técnicas analíticas, muito menos, estabelecer

¹⁰ Uma versão similar virtual de enciclopédia sobre como tudo funciona pode ser encontrada no sítio da internet *howstuffworks*: <http://www.hsw.uol.com.br/>

conexões complexas entre os dados coletados no intuito de provocar melhorias drásticas e aperfeiçoamentos nos artefatos, nos processos ou nos sistemas.

Os métodos projetuais e de desenvolvimento de produtos, independente da sua autoria ou ênfase, possuem espaços explícitos ou implicitamente adequados para a exploração das técnicas analíticas. Normalmente, ocorrem durante os estágios iniciais da projeção, uma vez que o recurso da quantidade e da qualidade das informações coletadas auxilia o processo criativo e de geração de alternativas à solução projetual. Portanto, todas as questões analíticas mencionadas por Munari (2008), Leodoro (2008) e Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012) apontam “pistas” valiosas para o redesenho dos artefatos ou dos processos.

Talvez esse seja o ponto de convergência entre os métodos da ER, tão conhecidos das engenharias e os métodos projetuais adotados pelos designers industriais. Por exemplo, Souza et al (2007) utilizaram-se da ER como uma ferramenta analítica voltada para a sustentabilidade de produtos ao estudarem os diversos materiais presentes em utensílios domésticos como, por exemplo, o caso do ferro de passar roupas. Nesse estudo, foram investigados ferros de passar roupas, mas priorizou-se apenas uma avaliação das propriedades dos materiais, dos seus benefícios, das suas desvantagens no âmbito ecológico e de redução de componentes.

A decifração do artefato ocorre mediante uma adaptação da prática da engenharia reversa como atividade didática da educação científica, ou seja, por meio da desconstrução conceitual e material de um artefato elabora-se uma reconstrução do processo de *design* e se vivencia a apropriação de princípios científicos na elaboração de uma solução tecnológica. LEODORO (2008, p.41)

Portanto, conforme Pereira (2007) pode-se inferir que a ER tem forte aplicabilidade industrial e fabril, de onde se pode supor que também parece ter se originado.

A aplicação da Engenharia Reversa em um processo consiste em se produzir novas peças, produtos ou ferramentas a partir de modelos ou componentes existentes. Sua principal aplicação está relacionada à atividade industrial. A busca pelo aumento da competitividade gera a necessidade cada vez maior de se reduzir tempos e custos, sem comprometer a qualidade do produto. Neste contexto, a Engenharia Reversa entra como uma das tecnologias que possibilitam tornar os sistemas produtivos mais ágeis e flexíveis. PEREIRA (2007, p.23).

Luz e Santos (2007) esclarecem ainda que a ER não necessita entrar em conflito com a engenharia tradicional de projetos uma vez que aquela se configura como a própria engenharia direta de modo mais refinada, se apresentando detrás para frente.

Duas aplicações destacam-se no meio produtivo: a duplicação de moldes existentes e a criação de novos produtos. Mas, além da área industrial, outras áreas bem distintas como a arte, a educação e a medicina buscam na Engenharia Reversa soluções para antigos problemas. PEREIRA (2007, p.23).

Assim, a polêmica maior em torno da ER diz respeito mesmo a questões de espionagem industrial e de pirataria. No entanto, tais desdobramentos se configuram como práticas ilegais e antiéticas, principalmente, quando envolvem patentes e concessões adquiridas por detentores

originais e da cópia fiel de modelos e processos patenteados. Portanto, do ponto de vista do conhecimento científico, fazer ER parece não se configurar crime já que as inovações e avanços tecnológicos e científicos podem surgir de maneira inédita ou a partir de estágios do conhecimento humano já conhecido, obviamente, melhorados, aprimorados ou aperfeiçoados, provocando “saltos” ao conhecimento científico.

Segundo Souza (2007), o objetivo maior de adoção das técnicas envolvendo ER, parece se justificar pelo fato de agilizar o processo de desenvolvimento do produto e de reduzir o nível de riscos, de custos e investimentos neste desenvolvimento uma vez que o processo de ER se inicia a partir de um produto de referência já existente. Um produto que já fora fabricado, comercializado e consumido por grupo de usuários e consumidores, certamente, já possui parâmetros de valor atribuído aos requisitos projetuais.

O tema Engenharia Reversa (ER) leva a uma dedução prévia de tratar-se do processo de elaboração de produtos em um caminho oposto ao normalmente utilizado, onde parte-se de um produto pronto para através deles, obter um desenvolvimento e as especificações do projeto. De uma forma genérica pode-se entender desta forma, visto que a diferença básica adicionada ao processo é a obtenção ou utilização de protótipos (neste caso pode-se considerar o produto de referência como sendo um dos protótipos) na fase inicial do processo, reduzindo custos e o ciclo de lançamento de produtos novos. SOUZA (2007, p.36).

Portanto, a ER pode atuar tanto na melhoria do artefato industrial bem como no aperfeiçoamento do processo de fabricação e montagem ou desmontagem do artefato mais conhecidas pelas técnicas de Projeto para Manufatura e Montagem – *DFMA* – Projeto para a Desmontagem – *DFD*.

Conforme visto, anteriormente, a ER, em sua trajetória histórica e cronológica, sofreu mudanças, como qualquer área do conhecimento humano e científico. Essa mudança, segundo Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012, p.07) desencadeou a outra abordagem da ER que se “deu com o advento da eletrônica, da microeletrônica, da cibernética, da informática e a da computação gráfica”. A *ER High Tech ou de Tecnologia de Ponta*, recebeu aportes provenientes desses avanços da nova tecnologia configurados em equipamentos, máquinas e aplicativos da informática e da computação, vide exemplo da Figura 81. Dentre essas contribuições pode-se citar “o próprio computador, o escâner 3d, a impressora 3d, as máquinas e equipamentos de CAD, CAE e CAM, a realidade virtual e as tecnologias aditivas e subtrativas de prototipagem rápida”, (Idem).

Nesse contexto, fazer ER exige ainda investimentos e recursos elevados, algo distante às micro e pequenas empresas, instituições e demais profissionais autônomos. O maior destaque dessa abordagem se relaciona à agilização e versatilidade de processos. NASCIMENTO SILVA, MENEZES, PASCHOARELLI e ALENCAR (2012, p.07)

As aplicações de técnicas de ER, métodos de gestão, automação e de modelagem digital, segundo Lara (2009), foram desenvolvidas, principalmente, nas áreas do design industrial, das engenharias naval e aeroespacial além da indústria automobilística.

Figura 81: Análise e medição por escaneamento 3D.



Fonte: <http://www.creaform3d.com/pt/solucoes-em-metrologia/scanners-opticos-cmm-metrascan-3d>

O processo de ER requer a extração de informação sobre uma instância de uma parte ou componente de um produto ou sistema suficiente para replicar a parte ou componente empregando técnicas adequadas de fabricação. O objeto é cuidadosamente medido segundo métodos de mensuração adequados às suas características, entre as quais se destaca seu tamanho; e os requerimentos de tolerância e os dados são usados para a elaboração do desenho técnico ou para alimentar aplicativos CAD, em 2D ou 3D. Pequenas dimensões podem ser medidas por convencionais paquímetros, grandes estruturas podem ser melhor mensuradas com teodolitos a laser. Opcionalmente, equipamentos de 3D *laser scanner* podem ser empregados para capturar a geometria de um componente ou objeto de forma completa e com grande precisão, alimentando diretamente um programa CAM ou formando um modelo de sólido em aplicações CAD. DIAS (1997, p.3).

Silva et al (2006) ao citarem Sokovic (2005) asseguram que há duas metodologias de desenvolvimento de produtos que são a convencional e a não convencional, relacionando, assim a ER com o método não convencional de desenvolvimento de produtos:

No método convencional o início se dá pela modelagem geométrica utilizando um sistema CAD, e na seqüência o arquivo gerado pelo sistema CAD é importado por um sistema CAE e/ou CAM. O desenvolvimento convencional não é aplicável quando o objetivo é redesenvolver ou simular e otimizar partes/moldes/ferramentas já existentes sem a informação em CAD. Neste caso é necessário aplicar o método não convencional, cujas técnicas permitem capturar a geometria da peça ou protótipo, e gerar um modelo que será usado em sistemas CAE e CAM. Este processo é chamado de Engenharia Reversa. SILVA et al (2006, p.3).

Para esta finalidade se adotam escâneres tridimensionais que fazem uma varredura de pontos em produtos de referência nos eixos x , y , e z . A nuvem de pontos é transferida para aplicativo computacional CAD/CAE/CAM onde pode ser alterada posteriormente. Como assegura Silva et al (2006), ao se utilizar o processo de digitalização tridimensional pode obter-se grande precisão formal e detalhes superficiais, de texturização e da geometria dos objetos além da realização de análises superficiais, da tomada de medidas de tolerâncias, de desgastes, da identificação do centro de gravidade, da construção de moldes entre outras.

De acordo com Mury (2000) o crédito do primeiro exemplo do uso de arquivamento de imagem 3D por intermédio de um escâner, que se conhece, é atribuído à Marinha Norte-Americana, quando, se valeu da ER para controle de suas peças e componentes além de “reduzir sua dependência por informações oriundas de fabricantes e fornecedores”, Mury (2000, p.11).

Desde então a tecnologia voltada à digitalização e à ER tem se desenvolvido proporcionando uma gama de programas apropriados para simular as técnicas e estratégias, muitas delas, anteriormente ocorridas pelo método clássico e tradicional.

Ferneda (1999) ao mencionar Broacha e Young (1995), já apontava algumas dessas possibilidades ao citar os fabricantes com seus respectivos aplicativos: o *Scanpak3* da empresa *Mitutoyo*; o *Traceout*, o *Retroskan*, o *Renscan 200* e o *Renscan 350* e o *Cyclone* da *Renishaw*; o *Chorus*, o *Digiscan* e o *PC-DMIS* da *Brown-Sharpe*; o *Surveyour* e o *Surveyour 1200* da *Laser Design*. O mesmo autor apresentou em uma tabela os dados comparativos entre os vários programas específicos da ER para aquela época. Similarmente, nesse mesmo estudo, Ferneda (1999) ainda apresentou o estado da arte dos equipamentos de ER contendo as principais características das tecnologias de digitalização por máquinas de medir três coordenadas (MM3C ou CMM de *Coordinate Measuring Machine*), da digitalização por laser e através da tomografia computadorizada.

Por sua vez, Barbosa (2009) esclarece que com a digitalização 3D, a ER pode ocorrer diretamente no objeto físico existente ou a partir da digitalização de modelos e protótipos físicos em fase de desenvolvimentos, conforme a Figura 82.

Figura 82: Técnicas de ER para a obtenção de geometrias 3D.



Fonte: Barbosa (2009)

Desse modo, a ER embora esteja inserida no meio fabril e industrial, nos últimos tempos, tem recebido aplicações em várias áreas do conhecimento humano incluindo na prestação de alguns serviços essenciais como é o caso das artes, da saúde e da educação conforme Pereira (2007).

A combinação de tecnologias como CAE e prototipagem rápida é a principal responsável por este intercâmbio de áreas. Por exemplo, o estudo de elementos finitos em modelos digitalizados permite a análise de implantes dentários e próteses. No planejamento cirúrgico, a Engenharia Reversa possibilita a captura de geométricas do corpo humano através da tomografia computadorizada e sua forma pode ser restabelecida através da prototipagem rápida. PEREIRA (2007, p.23-4).

Obviamente, na atualidade, existe outro estado da arte com programas e equipamentos mais modernos, potentes e versáteis devido aos avanços tecnológicos sofridos, se comparada a épocas anteriores.

Nesse sentido, com o advento da informática com suas linguagens computacionais assistindo o desenvolvimento do projeto, representaram um ganho considerável para a administração do risco, do ponto de vista projetual. Novas tecnologias, como CAD (*Computer Aided Design*), ferramentas de trocas rápidas e a Prototipagem Rápida estão reduzindo o tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos. [...] A realidade da modelagem virtual paramétrica inserida na atividade projetiva, ainda está muito distante daquela vivenciada pedagogicamente na maioria dos cursos de Desenho Industrial no Brasil, predomina-se ainda, o uso de recursos convencionais de desenho, contrapondo-se aos benefícios incontestáveis da computação gráfica juntamente com a manufatura assistida CAD/CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Alencar et al (2010, p.72-3).

Estas e outras questões pertinentes à ER ou referindo-se a possibilidade de adoção das novas tecnologias, da prototipagem rápida, da digitalização 3D, da realidade virtual e aumentada ou da holografia foram retomadas no item 2.3 *Novas tecnologias na área projetual* desse estudo.

2.2.5 Aplicações da ER: áreas tradicionais e inovadoras

Embora a história apresente que a ER foi praticada por indivíduos de perfis, habilidades e competências diversificadas, por exemplo, um fabricante, um empreendedor, um cientista, um espião industrial, ou qualquer outra pessoa com interesses curiosos e demais finalidades econômicas, tecnológicas e produtivas, em saber como algo funciona, realiza-se, comporta-se ou se fabrica terminou se instalando como área, disciplina ou estratégia do conhecimento no seio das Engenharias, uma vez que para se idealizar o conjunto dos novos conhecimentos extraídos por intermédio dessas práticas de se adquiri-los recorria-se aos engenheiros ou às técnicas e métodos das engenharias para produzi-los novamente.

Segundo Holtzaple e Reece (2006), os engenheiros são:

Indivíduos que combinam da ciência, da matemática e da economia para solucionar problemas técnicos com os quais a sociedade se depara. É o conhecimento prático que distingue os engenheiros dos cientistas, que também são mestres da ciência e da matemática. [...] Podem ser vistos como pessoas que solucionam problemas e reúnem os recursos necessários para alcançar um objetivo técnico claramente definido. HOLTZAPPLE e REECE (2006, p.1).

Etimologicamente, de acordo com os mesmos autores, o termo engenharia se origina de *engenho* e *engenhoso*, ambas, derivadas do latim *in generare* a qual significa a capacidade de saber, de criatividade. Há registros históricos que datam o uso da primeira vez da palavra engenheiro por volta de 200 d.C. quando um aríete usado em batalha foi descrito como uma invenção engenhosa – *ingenium*. Cerca de mil anos depois qualquer pessoa que desenvolvesse novos artigos para as guerras era denominado por *ingeniator*. Posteriormente, o termo associou qualquer designação a engenhos a um engenheiro. Assim, antigamente, por não haver o ensino formal da engenharia, qualquer pessoa podia ser engenheiro desde que dominasse determinados conceitos e os aplicasse de forma prática. Grosso modo todos os indivíduos adotam a essência da engenharia no cotidiano e na solução de problemas corriqueiros, Holtzaple e Reece (2006).

Atualmente, no Brasil, por exemplo, o profissional engenheiro necessita ter cursado um bacharelado reconhecido pelo Ministério da Educação, em alguma Instituição de Ensino Superior credenciada, e adquirido o diploma que o credencia a exercer a profissão da engenharia. Além disso, complementarmente, o engenheiro precisa se integrar ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), uma sociedade legitimada e constitucional que resguarda os direitos e deveres dos engenheiros e arquitetos.

Com o passar dos tempos, a transformação das sociedades despertou o aparecimento das especializações das Engenharias. Holtzaple e Reece (2006) elencam a Engenharia Civil, a Engenharia Mecânica, a Engenharia Elétrica, a Engenharia Química, a Engenharia Industrial, a Engenharia Aeroespacial, a Engenharia de Materiais, a Agronomia, Engenharia Nuclear, a Engenharia Arquitetônica, a Engenharia Biomédica, e a Engenharia e Ciência da Computação.

Mais recentemente, a formação de Tecnólogos de Engenharia e de Técnicos de Engenharia tem ganhado muitos adeptos pelo tempo menor de preparação para assumir as demandas de mercado. Estes mesmos autores estabelecem outra classificação de acordo com as funções que venham a desempenhar, independente da sua especialidade, são eles: os engenheiros pesquisadores, de desenvolvimento, de projeto, de produção, de teste, de construção, operacionais, de vendas, gerentes, consultores e professores.

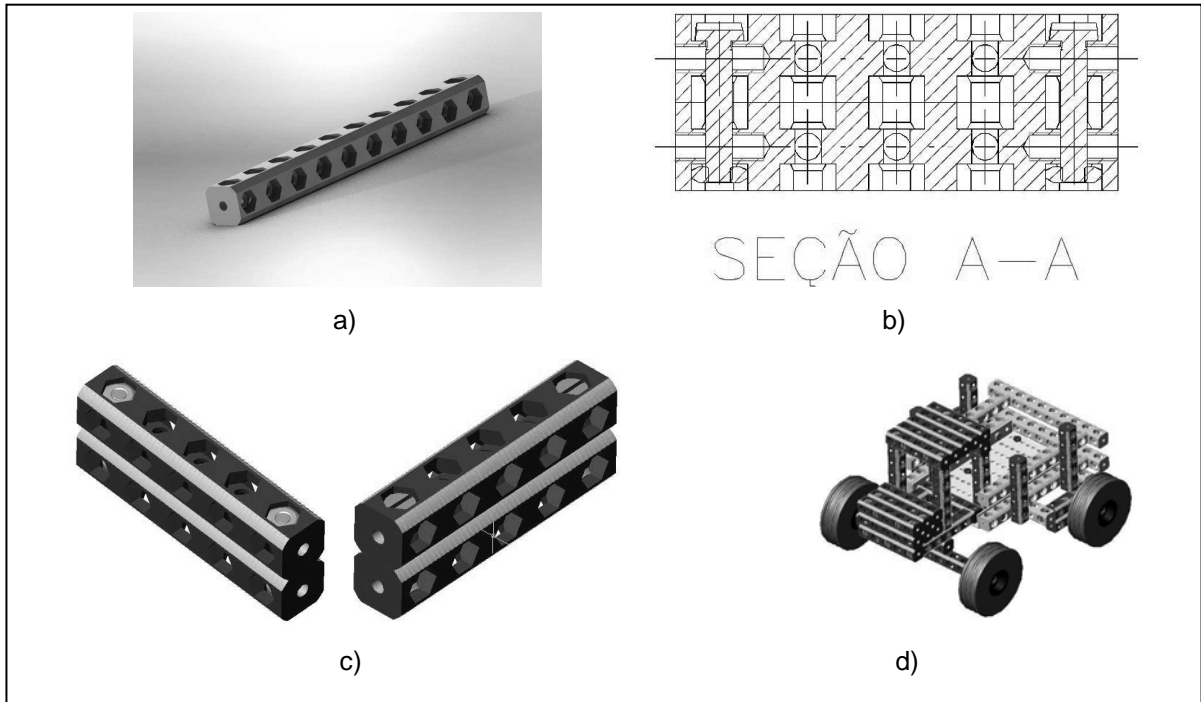
Portanto, em tese, a ER possui um arcabouço metodológico e científico passível de adoção por qualquer uma das áreas das engenharias.

No âmbito das publicações internacionais, ainda escassas, pode-se dar destaque a três produções sobre ER: i) Tonella e Potrich (2005) apresentam a ER e suas modalidades de obtenção de códigos-fontes na indústria da computação; ii) Raja e Fernandes (2008) abordam uma introdução a ER, os desdobramentos com a digitalização 3D e a prototipagem rápida, as principais aplicações da ER entre as indústrias de softwares, hardwares, automotiva, aeroespacial e médica, além das barreiras e questões legais envolvendo a ER; e, iii) Eilam (2005) trata da fundamentação sobre a ER seguida da aplicação da ER na computação e informática (*softwares* e aplicativos).

Durante a pesquisa de revisão literária desse estudo pode-se verificar também que o emprego da expressão “*Engenharia Reversa*” no idioma inglês – *Reverse Engineering* – parece ter uma larga aplicação. Ou seja, para diferentes tipos de investigação científica, do conhecimento de processos, de comportamentos ou de composições, por exemplo, com o intuito de replicação ou avanços de cunho científico seja nas engenharias seja em outras áreas afastadas como na biologia, na genética ou na bioquímica é comum o emprego da expressão “*reverse engineering*” para designar tais estudos e descobertas. A seguir foram apresentadas algumas dessas aplicações da ER em áreas tradicionais (tecnológicas e de inovação) ou distantes, mais recentemente, a partir de novas áreas em ascensão.

Moscato et al (2009) utilizam a ER como estratégia de melhorias de componentes destinados ao projeto de robôs educacionais de baixo custo e boa qualidade. Segundo os autores foi possível com a classificação construir uma geometria que facilitasse a montagem do *kit* a partir da verificação das necessidades dos elementos, de acordo com a Figura 83a, b, c, e d.

Figura 83: a) Barra de 100mm com 10 furos; b) Corte longitudinal do acoplamento de dois elementos; c) Acoplamento de dois elementos; d) Montagem para estudo de posições.



Fonte: Moscato et al (2009)

O estudo de Schierwagen (2012) trata da tentativa de compreensão dos fenômenos ocorridos nos organismos cerebrais por intermédio de modelos artificiais extraídos, por exemplo, da ER, bem como a geração de modelos artificiais a partir do estudo das ciências cognitivas e do cérebro.

Outro exemplo, diz respeito ao estudo de Eriksson et al (2010), o qual visa a simulação computacional, pela ER, dos comportamentos, fluxos e trajetórias verificadas em enxame de insetos e como podem ser replicados para solucionar problemas sociais e do cotidiano verificados, por exemplo, entre países vizinhos. Versa sobre a apresentação de:

[...] Um método para determinar regras de interação locais em enxames de animais. [...] Baseia-se na suposição de que o comportamento de indivíduos em um enxame pode ser tratada como um conjunto de regras mecanicistas, ERIKSSON et al (2010, p.1106-11).

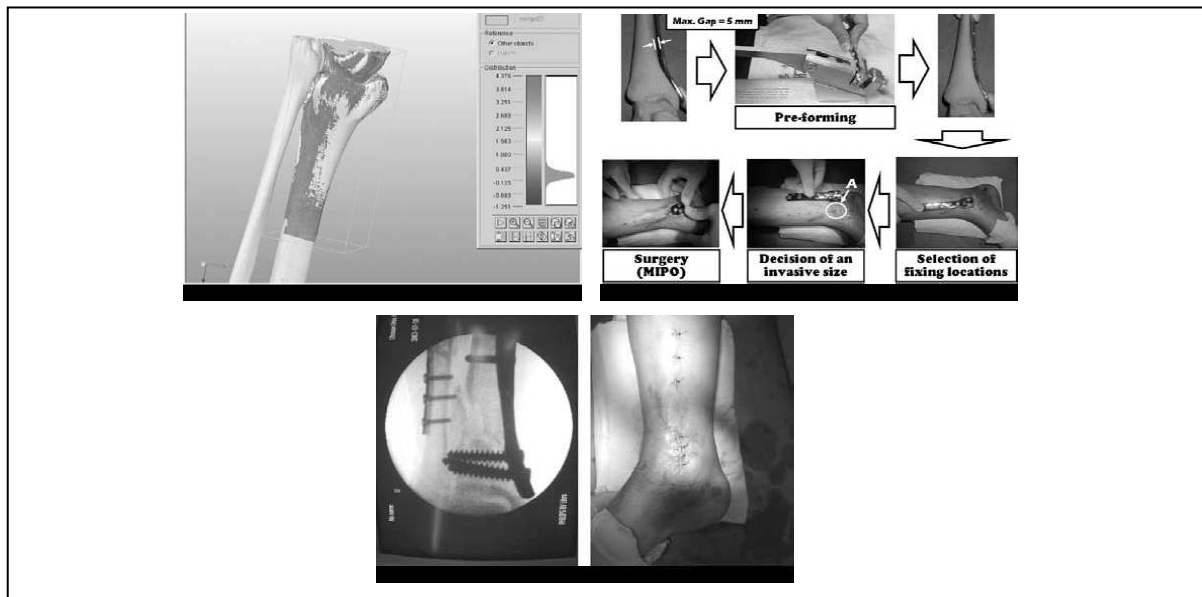
Outro exemplo do emprego da ER em áreas distantes da tecnológica refere-se ao estudo de Stolovitzky et al (2007). O estudo se utiliza da ER como instrumento para se conhecer as células genéticas e suas interações metabólicas proporcionando modelos e mapas mais abrangentes e específicos para se atingir e compreender o sono de alto rendimento.

Outro estudo de Marbach et al (2009), trata da reprodução da evolução da rede de genes por intermédio da ER visando a possibilidade de aplicação de soluções biomiméticas.

O estudo de Ahn et al (2006) relata o sucesso da realização de cirurgias ortopédicas com precisão e eficiência, a partir do uso da ER, na recuperação de ossos danificados além da produção

das próteses por técnicas de prototipagem rápida seguidas das cirurgias de implantes como ilustra a Figura 84.

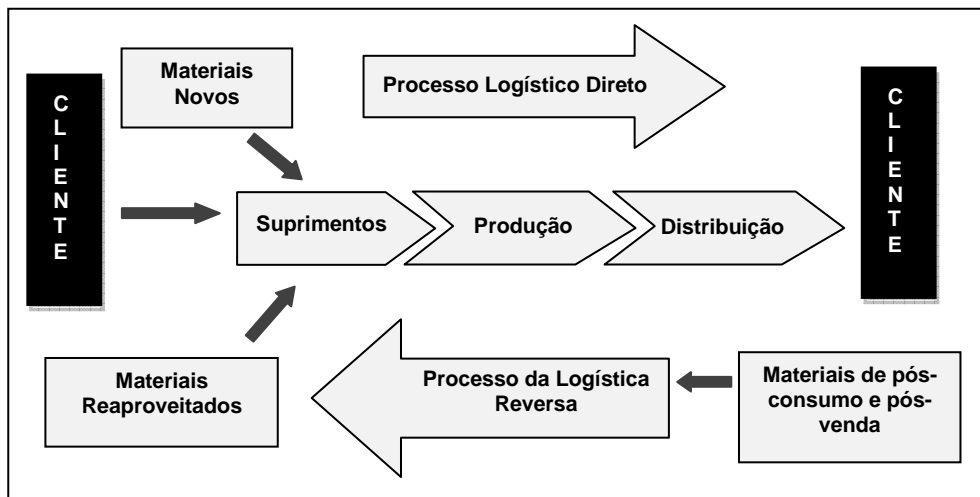
Figura 84: A reconstrução do osso danificado por ER e PR seguida de cirurgia ortopédica



Fonte: Ahn et al (2006)

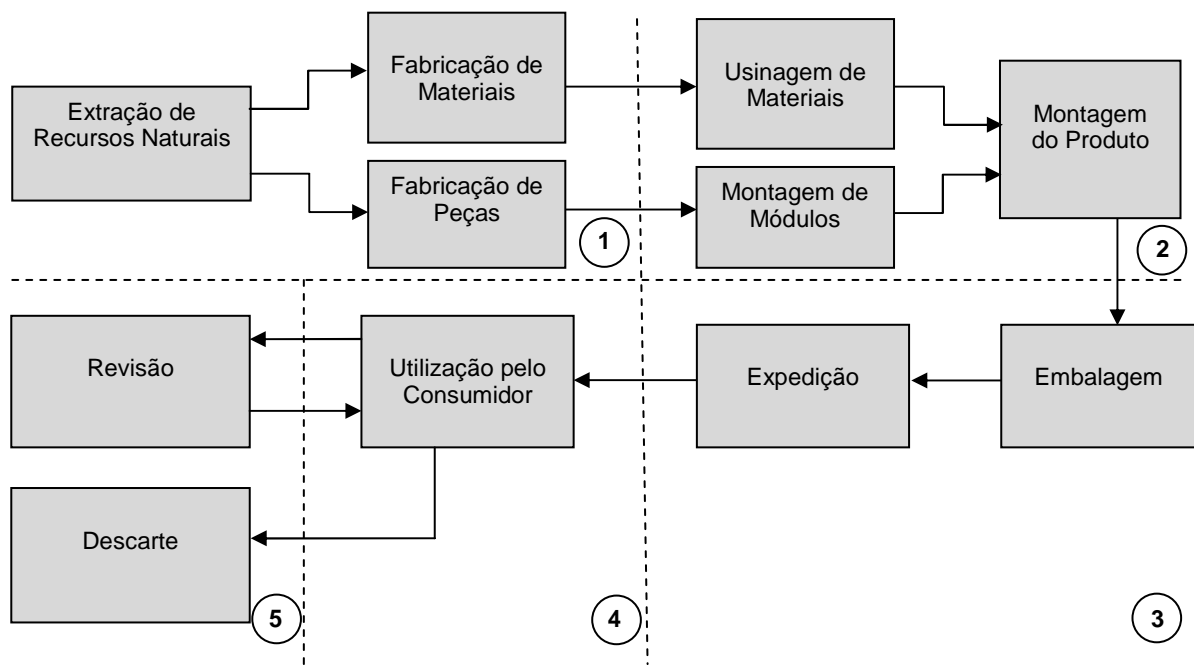
A ER também pode contribuir bastante com outra estratégia denominada *Logística Reversa*. Embora seja comum haver confusão entre ambas por serem estratégias similares devido ao emprego do termo “Reverso”, ainda assim, possuem suas especificidades. Enquanto a logística reversa atua mais no âmbito da gestão da cadeia dos processos e do ciclo de vida, a ER, pode se valer desses conceitos, mas propõe inúmeras intervenções a partir da investigação de produtos, materiais, processos tecnológicos visando a melhoria, a inovação e a eficiência. Por exemplo, Coelho (2010) esclarece que o uso da logística reversa, vide as Figuras 85 e 86, se dá, principalmente, pela geração de resíduos durante a cadeia produtiva o que se associa a fatores econômicos, legais, ambientais, de estoques, de imagem corporativa entre outros. Pode atuar durante o pós-venda ou durante o pós-consumo tornando viável o retorno do produto ao processo produtivo após problemas de devolução, da sua vida útil ou descarte pela população. Trata-se, portanto, de um instrumento precioso de planejamento, monitoramento, controle e intervenção logística de materiais, produtos ou processos no âmbito da cadeia produtiva.

Figura 85: Processo Logístico Reverso



Fonte: Coelho (2010); Adaptação de Roggers e Tibben-Lembke (1998)

Figura 86: Atividades nos estágios do ciclo de vida de um produto



Fonte: Coelho (2010); Adaptação de Graedel e Allenby (1995).

Dentre as diversas abordagens de ER observadas na literatura, boa parte delas, está mais direcionada para aplicações em programas informatizados, na digitalização de produtos tridimensionais, na prototipagem rápida e manufatura por sistemas CAD, CAE, CAM. Um desses exemplos, o estudo de Takamitsu e Menezes (2010), mesmo sendo na área de projeto e produção de joias, utiliza-se de novas tecnologias CAD e CAM e de prototipagem rápida, identificando-se com essa tendência demonstrada no Quadro 16 seguinte.

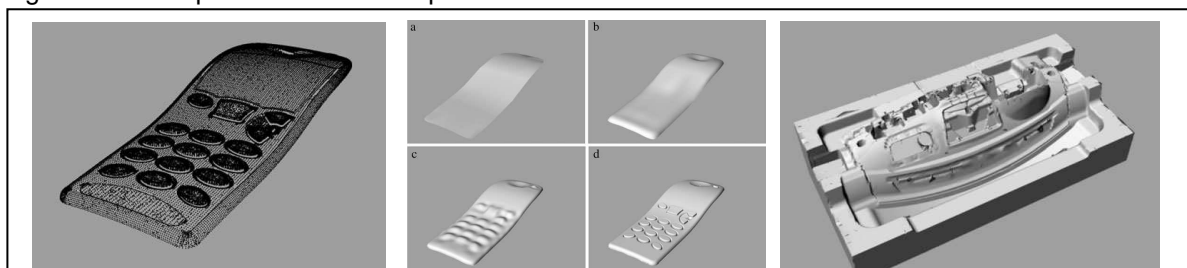
Quadro 16: Novas tecnologias no projeto de joias.

A Contribuição da Tecnologia nos Processos de Criação e Produção de Joias			
Categoria	Tecnologia	Aspectos Envolvidos	Possíveis contribuições (da tecnologia ao processo)
Design de Joias	CAD/CAM	Detalhamento (plantas, cortes, elevações, detalhes)	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão de peso e medidas; • Facilita o planeamento de produção e custos;
		Construção e Reconstrução	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita resolução de problemas de feito e montagem; • Facilita a criação através da biblioteca de peças, imagens, texturas; • Otimização de tempo e de material;
		Ilustrações renderizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita a criação através da biblioteca de peças, imagens, texturas; • Aumento de Produção (criação de peças);
		Tridimensionalidade (modelos virtuais)	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita as apresentações junto a clientes.
	Prototipagem Rápida	Representação tridimensional materializada	<ul style="list-style-type: none"> • Ganho de produção – desde a criação até a materialização do produto através do protótipo em cera (fresa) projetado pelo software de criação;
		Percepção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Renderizar de forma realista os metais e as pedras, compatível como todos os sistemas de prototipagem; • Programa mais adequado ao desenho que imita a natureza (orgânico), como rostos, flores, animais;
	Prototipagem.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz desperdícios de material; • Facilita as etapas de modelagem física, na confecção de moldes. Cria o molde na injeção de cera de forma precisa e detalhada; • Facilita a modelagem de engastes complexos, pavês, texturas e anéis; • Diminuição dos custos de se produzir um protótipo. 	

Fonte: Takamitsu e Menezes (2010)

Outro exemplo refere-se ao estudo de Brujic et al (2011) ao apresentarem uma metodologia computacional para aprimorar a resolução de formas *NURBS* mais precisas e de maior rapidez adequadas à ER. Isso é bastante importante, pois proporciona economicidade na geração da modelagem geométrica das formas extremamente complexas contribuindo com a redução de pontos das malhas e do tempo de execução sem comprometer os aspectos de precisão e de resolução das imagens como ilustra a Figura 87.

Figura 87: exemplos de formas complexas contruídas com *NURBS*.



Fonte: Brujic et al (2011)

Outros estudos similares referem-se a: i) Fischer (2000), aborda a proposição de um sistema remoto CAD multi-camadas a partir da ER adotada, principalmente, em digitalizações 3D, técnicas de prototipagem rápida e sistemas de impressão 3D; ii) Várady et al (1996), também demonstram a modelagem geométrica por intermédio da digitalização e como a ER pode resolver problemas com segmentação, características superficiais, utilização de vistas múltiplas, entre outros

aspectos, criando-se modelos consistentes e precisos; e, iii) Sitnik e Kujawinska (2001) usam essa estratégia e descrevem o processo de recolha de dados com sistema óptico cuja malha triangular obtida de formas 3D passa por processo de conversão com algoritmos e redução do número de triângulos.

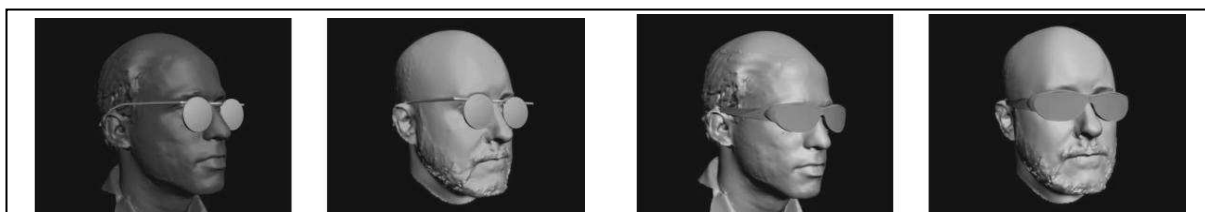
A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, possui o Núcleo de Design e Seleção de Materiais (NDSM), o qual vem se destacando no ramo da digitalização 3D e demais inserções envolvendo novas tecnologias. A seguir foram apresentados, resumidamente, três estudos desenvolvidos no referido espaço de pesquisa e de ensino. O primeiro deles é o estudo de Bertol et al (2010) o qual permite a demonstração do uso da digitalização 3D a laser de armações de óculos e a sua intervenção de aperfeiçoamentos no produto a partir da aplicação em faces de indivíduos específicos, conforme as Figuras 88a, 88b e 89.

Figura 88: a) Modelos de armação de óculos utilizados para o estudo. b) Digitalização do indivíduo



Fonte: Bertol et al (2010)

Figura 89: Diferentes armações de óculos adaptadas a dois indivíduos distintos através de arquivos tridimensionais.



Fonte: Bertol et al (2010)

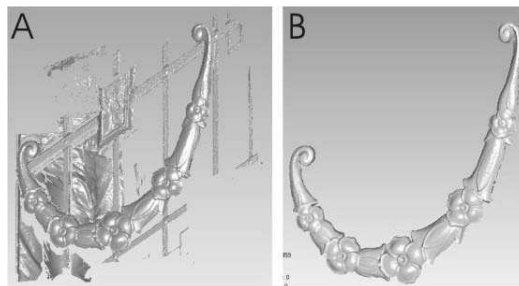
O segundo exemplo refere-se ao estudo de Gabert et al (2010) demonstrando a possibilidade infinita da digitalização 3D a partir de padrões arquitetônicos, no caso situados em prédios históricos da UFRGS, aplicados em peças de joalheria e, por fim, reproduzidos por processo de tecnologia subtrativa de usinagem em máquina CNC – Comando Numérico Computadorizado, mediante as Figuras 90, 91, 92 e 93.

Figura 90: Etapa de digitalização dos arabescos da escadaria.



Fonte: Gabert et al (2010)

Figura 91: Imagens processadas pelo software CAM.



Fonte: Gabert et al (2010)

Figura 92: Simulação virtual a partir da digitalização 3D a laser.



Fonte: Gabert et al (2010)

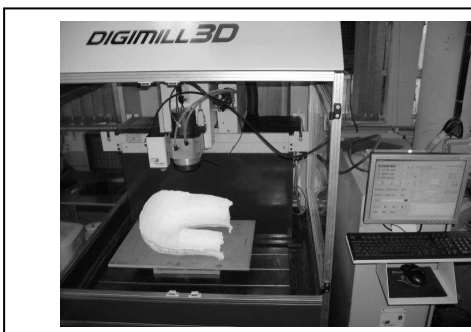
Figura 93: Peça produzida em acrílico cristal por corte e gravação a laser.



Fonte: Gabert et al (2010)

O terceiro caso, e último, refere-se ao estudo de Silva et al (2010) onde realizam um estudo comparativo do processo de digitalização 3D entre um escâner fixo, móvel e a fotogrametria em partes do corpo humano, uma vez que, podem ser úteis na área projetual de produtos, de acordo com as Figuras 94, 95, 96 e 97.

Figura 94: Digitalização do molde em gesso por escâner fixo de ponto.



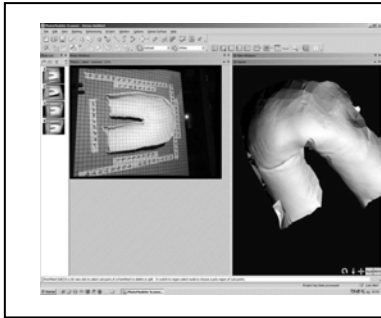
Fonte: Silva et al (2010)

Figura 95: Digitalização do molde em gesso por escâner móvel de linha.



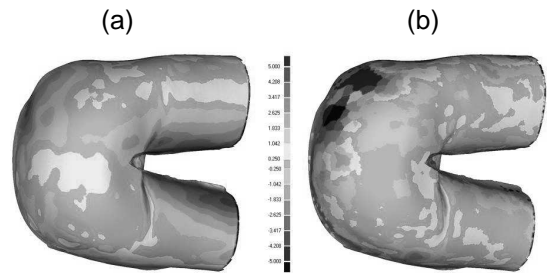
Fonte: Silva et al (2010)

Figura 96: Processamento das fotografias para obtenção de malha no *PhotoModeler Scanner*.



Fonte: Silva et al (2010)

Figura 97: Laser de Ponto x Laser Móvel (a) e Laser de Ponto x Fotogrametria (b).



Fonte: Silva et al (2010)

No entanto, pouco se tem observado o resgate de práticas antigas como a da ER analítica de componentes, manual e mecânica existente antes do advento da eletrônica e da informática.

Um desses poucos trabalhos que merece destaque refere-se ao estudo de pós-graduação de Montanha Júnior (2011). O autor utiliza-se da ER como uma metodologia sistemática e eficiente para análise dos sistemas técnicos da concorrência verificados entre versões do compressor de ar compacto e do aparador de grama, com a finalidade de reunir informações para a proposta de inovações em produtos.

Souza et al (2007) embora tenham focado na sustentabilidade de materiais e processos também proporcionaram um conjunto de técnicas analíticas manuais e mecânicas por intermédio da ER – histórica, de concorrentes, estrutural, de componentes, de materiais – ao investigarem ferros de passar roupa, conforme a Figura 98.

Figura 98: Exemplos de análises históricas, de mercado, de montagem e desmontagem, de componentes e de materiais.



Fonte: Souza et al (2007)

Outro estudo com merecimento de destaque diz respeito ao estudo de Wood *et al* (2001). Nesse estudo, os autores apresentam cursos de engenharia de projeto diferente dos modelos tradicionais que praticamente são modelos repetidos sobre os métodos de ensino em engenharia de projeto. Nesse sentido, durante os modelos ofertados na Universidade do Texas, no MIT e na Academia de Força Aérea dos Estados Unidos, os alunos aprendem a aplicar os inúmeros conceitos

e estratégias de ER (montagem, desmontagem, análise de concorrentes, quantidade de componentes, materiais etc.) durante a inovação e o desenvolvimento de produtos.

Estudos investigativos e de filosofia de pesquisa similares são realizados no Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos, pelo Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa (LABDIER), ambos da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste. O LABDIER tem uma metodologia de trabalho retroalimentada com uma disciplina Análise de Produtos Industriais, ministrada no Curso de Design, vide Nascimento Silva (2012) a qual perpassa pelas seguintes análises, como mostra o Quadro 17:

Quadro 17: Conjunto de técnicas analíticas utilizadas pelo LABDIER (UFPE/CAA)

Técnicas analíticas de produtos e processos adotadas no LABDIER	i) Análise de Caracterização e Dimensionamento do Produto;
	ii) Análise de Configuração Formal do Produto;
	iii) Análise da Função do Produto;
	iv) Análise Sincrônica e Diacrônica do Produto;
	v) Análise de Funcionamento e Operacionalidade do Produto;
	vi) Análise Ergonômica do Produto;
	vii) Análise Estrutural e de Componentes do Produto;
	viii) Análise do Sistema do Produto;
	ix) Análise de Montagem e Desmontagem do Produto;
	x) Análise de Materiais e Processos de Fabricação do Produto;
	xi) Análise de Riscos e Segurança do Produto;
	xii) Análise de Cópia, Plágio, Clone e Grau de Similaridade do Produto;
	xiii) Análise de Desempenho e Eficiência do Produto;
	xiv) Análise da Qualidade do Produto.

Fonte: Nascimento Silva (2012)

Não se pode deixar de mencionar outros estudos no âmbito da ER como, por exemplo, os verificados no Quadro 18:

Quadro 18: Síntese de alguns estudos envolvendo ER.

Autor(es)	Ano	Título	Aplicação	Síntese
NOGUEIRA e LEPIKSON	2006	Um método de engenharia reversa para projeto de produto mecatrônico aplicado à pequena e média empresa.	Mecatrônica	Como a adoção do método de ER aplicada à mecatrônica pode contribuir com o desenvolvimento de produtos mecatrônicos em pequenas e médias empresas a custos e prazos mais reduzidos.
LUZ e SANTOS	2007	Um ensaio teórico sobre a inovação por meio da engenharia inversa.	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	A partir de modelos de desenvolvimento econômico, científico e tecnológico verificados no Brasil e na Coréia do Sul, estabelece-se um paralelo por intermédio da Engenharia Inversa e da imitação criativa em países desenvolvidos tecnologicamente.
TOLEDO et al	2009	Projeto conceitual de um horímetro em uma abordagem de engenharia reversa integrada ao DFMA.	Engenharia e Desenvolvimento de Produto	Estuda a integração da engenharia reversa (ER) e o projeto para manufatura e montagem (DFMA) como ferramentas de suporte ao redesenho de produto horímetro de uma empresa existente no mercado a mais de três décadas.

SANCHES DA SILVA et al	2005	O potencial da engenharia reversa como meio de obtenção de tecnologia de produto e processos em pequenas e médias empresas.	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)	Estuda a viabilidade da aplicação da ER descrevendo o seu potencial e planejamento da sua implementação em uma empresa de pequeno porte. Nesse estudo percebe-se, a falta de integração entre a indústria e os centros de pesquisa universitários.
DIAS	1997	Engenharia Reversa: uma porta ainda aberta	Engenharia e equipes multidisciplinares	Fundamentação teórica sobre a engenharia reversa, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), aspectos jurídicos e desenvolvimento tecnológico.
CANHOTA JÚNIOR et al	2005	Engenharia Reversa	Informática	Trabalho de Conclusão de Curso defendido na Universidade Federal Fluminense sobre a Engenharia Reversa na área de softwares.
RECCHIA e PENTEADO	2002	Avaliação da Aplicabilidade da Linguagem de Padrões de Engenharia Reversa de Demeyer a Sistemas Legados Procedimentais	Programação	Analisa a linguagem dos padrões de Demeyer quanto à sua aplicabilidade para sistemas legados procedimentais visando o atendimento à reengenharia orientada a objetos a partir de sistemas legados procedimentais.
PENTEADO	1996	Um método para engenharia reversa orientada a objetos	Programação	Tese de doutorado defendida na Universidade de São Paulo que descreve o uso da ER como recuperação de código de fonte de programas desenvolvidos visando tarefas de manutenção.

* A lista pode se estender demasiadamente em busca na rede mundial internet e demais fontes de pesquisa.

Fonte: O autor

Entretanto, mesmo a abordagem analítica física e estrutural dos produtos aparentemente ser menos explorada nos últimos tempos, por não possuir um escopo tecnológico atrativo e compatível com as novas tecnologias, ou migrar contra a corrente dos avanços computacionais, essa abordagem possui uma diversidade de benefícios a todos os envolvidos, sejam estudantes quer sejam projetistas ou às equipes de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, o que não inviabiliza a adoção complementar das técnicas digitais e virtuais como, por exemplo, a digitalização 3D, a realidade virtual e aumentada ou a prototipagem rápida. Aliás, por vezes, para se digitalizar produtos é necessário, inicialmente, realizar procedimentos analíticos dos tipos e quantidades de componentes, dos processos de separação e desmontagens de componentes, dos tipos de acabamentos superficiais e de materiais envolvidos dentre outras análises.

2.2.6 A Engenharia Reversa: aspectos do direito e da propriedade industrial

A abertura desse tópico tenta esclarecer algumas questões pertinentes da legalidade implícita no emprego da ER voltada ao desenvolvimento de produtos pelos engenheiros e designers industriais. Por outro lado, não pretende se aprofundar nos aspectos teóricos das patentes e da legislação por constatar-se que já existem inúmeras publicações no campo do direito normativo e da inovação e que trataram sobre isso em outros momentos, também, por não ser o escopo da própria tese. Esses elementos apresentados foram tratados com base na legislação e no campo discursivo da legalidade¹¹, mas sem a rigidez das leis ou a repetição tão explorada sobre o discurso das marcas, das patentes e das invenções.

¹¹ Sobre essas questões pode-se aprofundar a pesquisa e a leitura com CUNHA (2000 e 2002), LTR (1998), FEDERMAN (2006), GUIMARÃES (2012), MUJALLI (1997), PIMENTEL (1999), SOARES (1997) dentre tantos outros. Na rede mundial internet a lista de fontes para consulta se torna infinitamente longa, mas pode-se mencionar: <<http://www.inpi.gov.br/portal/>>, <<http://www.sebrae.com.br>>, <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>, <http://www.unesp.br/nit/index_cat3_areas.php>, <<http://www.google.com/googlebooks/uspto-patents.html>>, entre outros.

2.2.6.1 A ER: a legalidade da prática e do uso das informações

Anteriormente, constatou-se que a grande polêmica e controvérsia que permeiam a ER residem nos seus aspectos legais. O que se pode e o que não se pode fazer com ER? A ER estimula a prática da cópia? Quando que a ER deixa de ser lícita e passa a se configurar uma prática ilícita ou antiética? Qual a relação entre a ER e a espionagem industrial? De que modo os segredos industriais podem sofrer ameaças com a prática da ER? Estas, normalmente, são algumas das principais indagações levantadas diante dos especialistas no assunto às quais tiveram espaço durante as reflexões desse item.

Matos (1996), ao descrever como se deu a criação das sociedades e associações industriais do século XVIII, em Portugal, apresenta um dado histórico que depõe contra a prática da ER, senão legal pelo menos atinge o patamar ético. No intuito de alavancar novos conhecimentos, processos de fabricação e de novos mecanismos, adquiriam-se máquinas estrangeiras para servir de modelo de investigação, contratavam mestres especialistas em áreas inexistentes no país além de praticarem e estimularem a prática da compra de segredos industriais:

Também com o intuito de divulgarem novos processos de fabrico e novos mecanismos, chegaram a mandar vir de vários países estrangeiros modelos de máquinas, que nalguns casos distribuíram pelas oficinas em que os mesmos podiam ter maior aplicação. Os estatutos da Associação Industrial Portuguesa, datados de 1837, estipulavam que parte do dinheiro da mesma devia ser utilizado para «mandar vir de países estrangeiros máquinas que sirvam de modelo para a construção de outras, ou mestres que introduzam no nosso país alguma indústria nele desconhecida ou melhorem consideravelmente as já existentes», e para a compra de «segredos industriais importantes». Noutros casos, as sociedades construíram modelos de máquinas com o fim de testarem a sua eficácia. Esta prática foi seguida pela Sociedade Promotora da Indústria Nacional. MATOS (1996, p.407).

De acordo com Denis (2000) as práticas ilegais envolvendo a aquisição dos segredos industriais deflagram-se durante a Revolução Industrial da Grã-Bretanha, especialmente, durante a Exposição de Londres em 1851, quando inúmeras nações, fabricantes e a população, em geral, tomam conhecimento e entram em contato com as máquinas, equipamentos, produtos, processos e tecnologias expostas durante o evento:

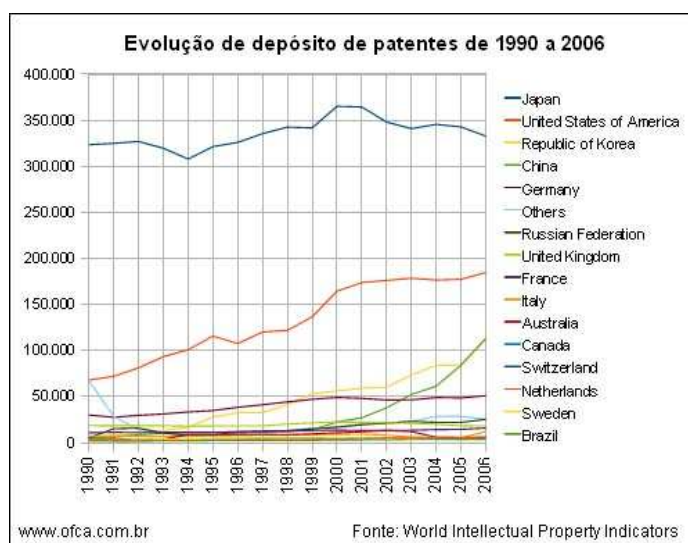
A pirataria tornou-se uma das maiores preocupações dos expositores e, não por acaso, suscitou discussões extensas durante os preparativos para a Grande Exposição de 1851. A legislação de patentes e de propriedade intelectual foi revista, ampliada e definida em nível internacional, através de convenções e tratados ratificados durante toda a segunda metade do século 19. O confronto entre produtos similares também serviu de ímpeto para outra iniciativa fundamental para a formação de uma economia realmente internacional: a padronização de pesos, medidas e especificações técnicas. DENIS (2000, p.82-3)

Nesse ínterim aumenta, consideravelmente, o pedido de patentes. A mudança da produção artesanal para a industrial permitiu a cópia e a reprodução de objetos e obras de arte sem a devida autorização dos idealizadores.

Morris (2010) afirma que anualmente o número de pedidos de patentes gira em torno de dois milhões. Embora o autor não especifique se esse número refere-se ao dado de um único país ou de um continente, ou até mesmo mundial, embora se acredite que esteja relacionado a dados mundiais, mas o que é relevante concluir é que esses dados atestam para o reconhecimento das empresas para a importância do projeto e desenvolvimento de produtos e a relação com a “sobrevivência econômica”. Além disso, esses dados ilustram uma pequena parcela das patentes e “não incluem uma quantidade ainda maior que nunca chega a ser patenteada”, Morris (2010, p.11).

A Figura 99 demonstra a linha evolutiva do número de patentes entre nações, compreendida entre os anos de 1996 a 2006. Nesta estatística, o Brasil aparece no final da lista.

Figura 99: Números de depósitos de patentes de países entre 1990 a 2006.



Fonte: <http://ofca.com.br/artigos/2010/06/19/19062010-brasil-o-eterno-pais-do-futuro/>

Verificou-se que a ER esteve durante muito tempo associada à espionagem industrial como forma de obterem-se segredos industriais ou comerciais.

Mumford (s.d.) fornece uma pista do que talvez seja o primeiro, senão um dos primeiros casos de espionagem industrial da modernidade tenha sido atribuído a um físico:

Klaus Fuchs foi um dos primeiros cientistas atômicos ocidentais acusados de espionagem. Em 1 de março de 1950, foi condenado em Londres a 14 anos de prisão, após o tribunal o ter acusado de fornecer, desde 1942, informações sobre o segredo atômico à União Soviética. MUMFORD (s.d. p. 15)

Este é um exemplo do quanto um segredo industrial ou comercial, uma vez caindo em “mãos” indevidas desautorizadas, ser subutilizado ou mal utilizado para fins não previstos originalmente podendo causar problemas de diversas naturezas, implicações e proporções incalculáveis às nações.

A fronteira entre a ER e a Espionagem Industrial embora delicada e sutil possa ser teoricamente, compreendida pela diferença do modo de acesso às informações. Enquanto, a espionagem industrial se restringe ao acesso das informações e segredos industriais de modo

desautorizado, sem permissão e sem transparência tornando-se ilegal a ER, por sua vez, as obtêm de modo transparente, permissivo ou autorizativo. A ER trata de proporcionar avanços ao estado da arte sem infringir a legislação, ou seja, dentro da normalidade, da legalidade e dos valores éticos e morais.

Recentemente, uma vez caracterizada a era da informação e do conhecimento, a partir do final dos anos 1980, do século passado, surgiu uma nova tendência de valorização do capital intelectual. No intuito de eliminar o emprego da expressão *espionagem industrial* diretamente associada, de modo pejorativo, ao desgaste da imagem da empresa associada a ela, criou-se a expressão *Inteligência Competitiva*, conforme Gonçalves (2008). Muitas empresas possuem setores instalados e visíveis na sua estrutura organizacional – compostos por membros do *marketing*, do planejamento estratégico e do P&D – com grande importância, pois lidam com aspectos de gestão da informação – interna ou externa – e do conhecimento, sendo cruciais para atuarem no âmbito de planejamento estratégico das ações da empresa. Do mesmo modo, a Inteligência Competitiva atual presente nas empresas faz questão de não ser confundida com os serviços de inteligência dos governos, pois geralmente possui ações rodeadas de mistérios e segredos de Estado.

Escobar (2008) esclarece que a Inteligência Competitiva nada mais é do que uma ferramenta empresarial e de cunho inovadora onde mesmo “que se busquem informações sobre a concorrência, não há quebra do limite ético, e os mecanismos de informação devem ser claros, e não escusos”, Escobar (2008, p.01). Por outro lado, a espionagem a que conhecemos “quase sempre haverá uma violação legal e, com certeza, um meio não ético/moral na obtenção de dados/informações” (Idem),

Lana (2011) ao citar Miller (2002) menciona a definição de Inteligência Competitiva da *Society of Competitive Intelligence Professionals (SCIP)*, como sendo:

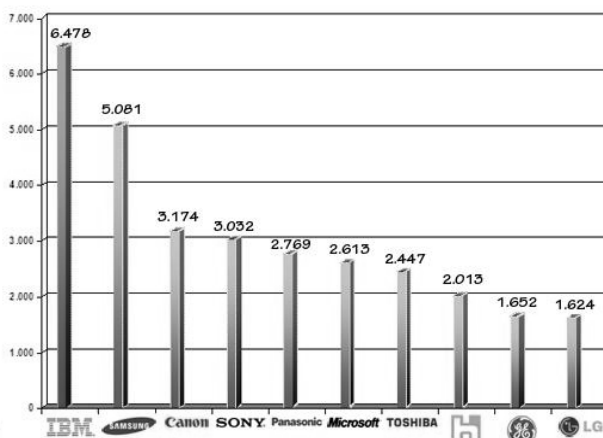
[...] o processo da coleta, análise e disseminação éticas de inteligência acurada, relevante, específica, atualizada, visionária e viável com relação às implicações do ambiente dos negócios, dos concorrentes e da organização em si. LANA (2011, p.308).

De outro modo escritórios ou agências são abertas no mercado para terceirizar serviços de Inteligência Competitiva. De um jeito ou de outro, ao final do processo são repassadas para a cúpula inúmeras informações de diversas naturezas como tendências do mercado, dados sobre a concorrência, clientes, necessidades de consumidores, aceitação dos serviços e produtos, sobre a economia além de relatórios ou diagnósticos de como se proteger da invasão das suas próprias informações.

Morris (2010) ao tratar sobre o conhecimento na área projetual afirma que a processualidade projetual pode “gerar e acumular uma grande variedade de conhecimentos especializados. [...] Esse conhecimento pode ser muito valioso e comercializado com outras pessoas”, Morris (2010, p.156). Desta maneira, este autor salienta que a possibilidade de uma empresa desenvolver produtos de sucesso está intimamente relacionada com a gestão da informação e do conhecimento aliada às estratégias inovadoras.

A Figura 100 ilustra o caso da empresa IBM liderar por cerca de duas décadas o *ranking* de patentes. Isto, certamente, deve-se muito ao que se tem abordado nesse estudo.

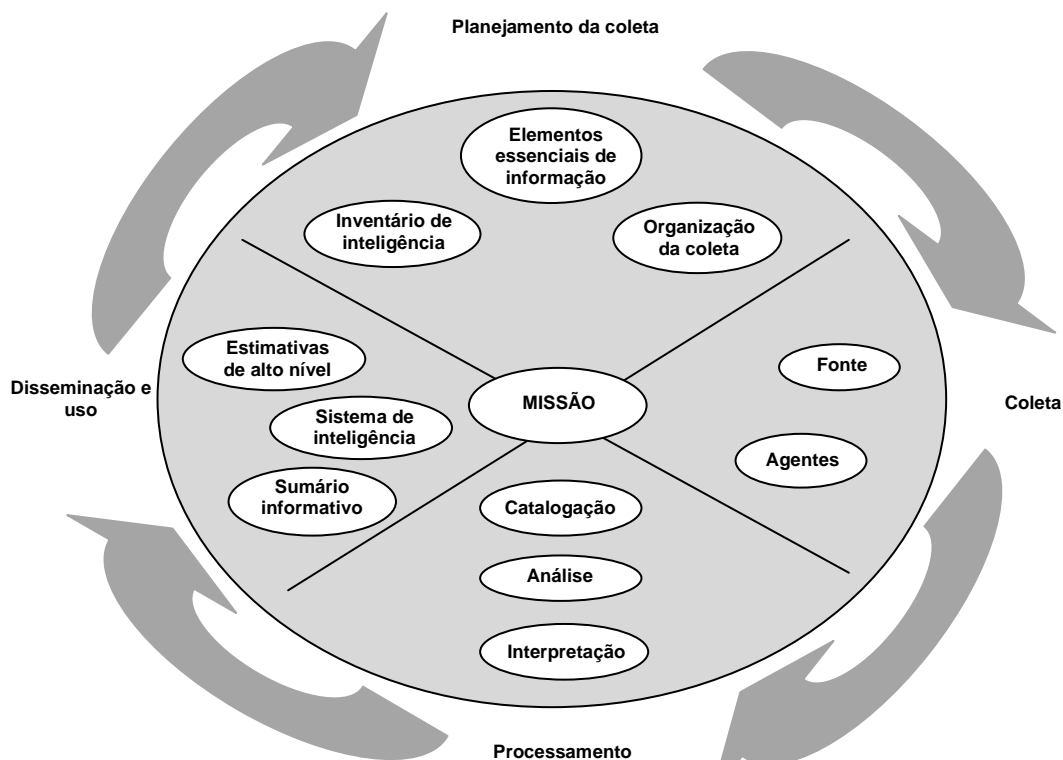
Figura 100: A empresa IBM lidera há duas décadas o *ranking* de patentes.



Fonte: <http://blog.mundopm.com.br/2013/01/10/ibm-lidera-o-ranking-americano-de-patentes-pelo-20-ano-consecutivo/>

Portanto, de acordo com Lana (2011), ao citar a Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva – ABRAIC (2004) – endossa que a Inteligência Competitiva difere de espionagem, pois esta última lida com a aquisição das informações de modo não autorizadas e ilegais, conforme a Figura 101.

Figura 101: Ciclo de Inteligência Competitiva.



Fonte: Adaptado e extraído de Lana (2011): Sammno et al., apud Balestrin (2004)

Assim, quanto ao fato de proporcionar às empresas possibilidades de instrumentos para atingir níveis de inovação e competitividade a Inteligência Competitiva comunga com as áreas de desenvolvimento de produtos, de design industrial e engenharia podendo adotar também técnicas ou estratégias de reunião de informações advindas da ER.

Morris (2010) lembra que o século XXI tem mostrado uma tendência que se iniciou no fim do século passado quando alguns países abandonaram o enfoque de base industrial migrando para economias de serviços, de conhecimento ou de base criativa caracterizando uma importância maior dada ao volume das informações e do conhecimento como algo de extremo valor e poder.

Dias (1997), ao citar Pretnar (1990) aponta que qualquer equipe projetual ao se envolver com ER deva estar apoiada na área jurídica para que não incorra na penalização legal. Os produtos ou processos devidamente resguardados na legislação no campo do direito industrial não podem ser copiados nem comercializados por terceiros sem a devida autorização do proprietário:

Projetos de ER envolvem, desde sua concepção, uma larga interface com a jurisprudência e outros conhecimentos da área jurídica, no intuito de garantir que o produto resultante seja o suficientemente próximo do produto que serve de referência para maximizar o aproveitamento do mercado já aberto, mantendo-se suficientemente diferente, pelos melhoramentos, adequação e otimização, de forma a evitar condenação do produtor. O conhecimento jurídico da efetiva proteção legal a cada produto candidato a processo de ER, das implicações econômicas no caso de condenação por violação deve, na ER, participar conjugadamente com o conhecimento técnico na análise do curso das ações a serem desenvolvidas e das alternativas de especificação do novo produto, visando evitar a exposição do adotante do processo de ER a penas legais. Este é o motivo porque os japoneses, os quais devem à firme adoção generalizada da ER significativa parte do grande impulso industrial anterior à Segunda Guerra Mundial e do magnífico impulso posterior a ela, principalmente até meados da década de sessenta (Sicsú e outros, 1989), tem-se preocupado em conhecer exhaustivamente a legislação mundial sobre propriedade industrial, para obter vantagens no aproveitamento das marcas e patentes internacionais. DIAS (1997, p.4) apud Pretnar (1990, p.42)

Portanto, a partir das menções anteriores parece não se caracterizar crime a investigação lícita e ética de produtos ou processos para fins de acúmulo de conhecimento. Ir a uma feira de lançamentos como mostra o exemplo da Figura 102; registrar imagens de produtos ou processos; coletar catálogos técnicos; adquirir exemplares por compra ou outro modo de comércio formal; obter informações da concorrência na literatura, em catálogos técnicos, na rede mundial *internet* ou por intermédio de diálogos; visitar empresas com autorizações; estudar os produtos, processos e outras possibilidades. Não é crime por não se constituir uma invasão sem autorização ou consentimento, além do que se as informações estão públicas é porque podem ser acessadas e utilizadas. Caso as informações estejam protegidas oficialmente pela legislação não há o que se temer.

De modo análogo o uso da replicação desses conhecimentos em algo novo, inédito ou original, melhor e aperfeiçoado que as versões conhecidas ou que ultrapassa o estado da arte das patentes e dos registros de desenho industrial, também podem ser saudáveis. Os redesenhos de artefatos ou processos industriais, por exemplo, ocorrem nesta dimensão. Torna-se preponderante ao apresentar novas soluções – em artefatos ou processos industriais – “fugir” e se distanciar de

qualquer tipo de associação imediata e direta daqueles já existentes, principalmente, se estão ainda sob a custódia de algum proprietário. As equipes de P&D e de desenvolvimento de produtos devem se afastar da obviedade, isto é, qualquer analogia que seja remetida ao estado da arte naquele ramo ou campo em questão.

Figura 102: Exposição de produto em feira no século passado.



Fonte: http://showroomimagensdopassado.blogspot.com.br/2010/09/salao-do-automovel-trinta-anos-de_22.html

Quando o caso for de domínio público, ou seja, expirou-se o prazo da propriedade e esta se tornou “caduca”, a liberdade de adoção pode ser amplificada. Mas, a utilização desses conhecimentos para simples reprodução idêntica ou de grande similaridade, sem a desvinculação formal, visual ou estrutural da fonte obtida, pode-se, sim, configurar crime, pois o autor da fonte obtida pode estar resguardado judicialmente e perante o Estado com posse de algum depósito de patente ou registro de desenho industrial. As Figuras 103a e 103b ilustram casos de cópia no sentido da falsificação e contrafação legal.

Figura 103a: Falsificação do *Iphone* da *Apple*. 103b: Falsificação do *joystick* da *Sony*.



Fontes: <<http://ipodschool.com/2012/04/genuino-ou-falso-a-pirataria-cada-vez-mais-avancada/>>; <<http://economia.uol.com.br/album/2012/04/17/clone.htm#fotoNav=2>>

Refletindo sobre o conteúdo de quaisquer informações empresariais, via de regra estaremos diante de algo abrangido pela propriedade intelectual. Seja o protótipo de um novo invento (patente), o novo *design* de um carro (desenho industrial), um signo distintivo novo para assinalar um produto ou serviços (registro de marcas), um banco de dados ou um código-fonte de um *software*, seja um projeto científico, teremos sempre uma forma de proteção adequada. ESCOBAR (2008, p.01)

Queiroz e Vasconcelos (2008), embora se referissem aos medicamentos genéricos, acrescentam dois aspectos referentes ao que se pode fazer com as informações obtidas da concorrência. Trata-se do uso dos dados para gerar uma *inovação radical* – inovação – ou uma *inovação incremental* – imitação. No primeiro caso, há grande chance de se estar livre de “embrolho” judicial. No segundo caso, há maiores chances disso acontecer, a não ser que o projeto seja desencadeado pela mesma pessoa física ou jurídica, autora da criação anterior, onde a inovação incremental se aproxima da linha de produtos com variações incrementais nos modelos ou nas versões do próprio empreendedor ou empreendimento.

Embora estes dois autores discutissem o caso dos medicamentos originais e os genéricos a mesma analogia se permita fazer a outros segmentos. A diferença é que no caso dos medicamentos genéricos, criou-se uma lei para permitir uma imitação do medicamento original, desde que comprovada à eficiência terapêutica, com preços mais acessíveis à população. Esse assunto foi retomado com outros detalhes mais adiante.

Morris (2010), sobre a dualidade entre a inovação incremental e a radical esclarece que a radical é aquela mais excitante e que representa saltos quânticos no pensamento e no projeto além de serem mais bem assimiladas por inventos que revolucionam o mundo tais como os “rádios digitais e satélites, telefones celulares e *pen-drives*, embalagens *Tetra Pack* e carros híbridos”, Morris (2010, p.53). A vantagem da adoção da estratégia da inovação radical permite que os seus idealizadores sejam os pioneiros e isso pode garantir, a curto e médio prazo, uma “fatia de mercado significativa durante um longo período de tempo, mesmo depois que a concorrência comece a lançar suas cópias”, (Idem); e, em longo prazo, complementa a “cultura por mais sucesso e a permanência no topo da liderança e do reconhecimento do público pela visão inovadora da organização” (Idem).

Tanto no caso da inovação radical quanto da incremental os esforços investidos podem partir de indivíduos isolados, de equipes multidisciplinares ou de organizações complexas. Por outro lado, a inovação incremental se pauta no que ocorre com maior regularidade e na maioria dos lançamentos de produtos pelas empresas anualmente, ou seja, “pequenas variações sobre temas anteriores ou cópias de outras ideias”, (Ibidem). Para Morris (2010), “nem sempre é possível gerar ideias inteiramente novas; apenas 5% dos novos produtos lançados no mercado, a cada ano, são considerados radicalmente novos”, (Idem).

A Figura 104 ilustra o exemplo da quantidade de patentes atribuídas a *Steve Jobs*, quer sejam com inovação incremental ou com inovação radical.

No Brasil, de acordo com Escobar (2008):

É notório que, na atual *sociedade do conhecimento*, informações privilegiadas são altamente cobiçadas e podem mudar o curso de uma corporação. Entretanto, sua obtenção deverá sempre estar atrelada a uma prática concorrencial respeitosa. ESCOBAR (2008, p.01).

Figura 104: Algumas das 313 assinaturas de patente de *Steve Jobs*.



Fonte: <http://macmagazine.com.br/2011/08/25/patenteie-para-lembrar-steve-jobs-assinou-313-patentes-de-muito-bom-gosto-como-ceo-da-apple/>

Quando isso não ocorre Escobar (2008) deixa bem claro que essa conduta se configura um crime de concorrência desleal apresentada na Lei nº 9.279/96¹². O mesmo autor alerta que para as situações onde haja a execução de projetos altamente sigilosos os termos de confidencialidade são imprescindíveis, pois podem produzir prova cabal a favor da proteção da concorrência desleal por parte de outrem.

2.2.6.2 Segredos industriais: a cópia de produtos, de processos e o acesso

Portanto, como foi verificado anteriormente no item desse trabalho 2.2.2 *Historicidade da ER: das origens mais remotas aos tempos atuais*, a cópia dos produtos, o acesso aos segredos industriais e aos processos de produção se fez presente em muitos lugares do pós-guerra. Foram tantos os estudantes, empreendedores e profissionais que obtiveram acesso às informações, inúmeras vezes, sem a devida autorização necessária. Enquanto os americanos e europeus, talvez ingênua e inocentemente, abriam as portas das fábricas e empresas mostrando seus produtos e suas tecnologias para ajudarem os orientais, estes guardavam e registravam tudo que podiam para levarem quando retornassem às suas nações de origem.

Saheli e Grisi (2001), em publicação sobre a espionagem e ética no sistema de inteligência competitiva, corroborando com Sammon (1984), apresentam dados sobre o Japão ser superior aos Estados Unidos na coleta e obtenção de informações sobre a concorrência e o processamento dos dados:

Essa superioridade na inteligência acaba por permitir a superioridade na atividade de contra-inteligência. Enquanto os “turistas” japoneses visitam as linhas de montagem de Detroit (em 1950, *Eiji Toyoda* dedicou mais de um mês visitando as plantas da indústria automobilística de *Detroit* com papel e

¹² A Lei nº 9.279/96 regula Direitos e Obrigações Relativos à Propriedade Industrial.

caneta na mão), no Japão essas visitas não avançam para além das salas de conferência. SAHELI e GRISI (2001, p.7).

A espionagem e os espões infiltrados estão presentes nos grupos sociais desde há muito tempo. Há registros históricos em diversos períodos da civilização humana para se obter determinadas informações sigilosas. Desde o advento da Revolução Industrial da Grã-Bretanha, até os dias atuais, este tipo de abordagem atinge um grau de obtenção de informações relativas aos processos, materiais, produtos e tecnologias produzidas pelas empresas e países de liderança e de referência mundial.

Para Saheli e Grisi (2001) não se configura espionagem o fato de pessoas em lugares públicos como feiras, exposições e salões usarem de estratégias para colher dados e informações como catálogos, folhetos, prospectos e realização de perguntas ou de fotografias, ainda que sejam espões industriais, pois se trata de uma informação de domínio público, em local público, e nesse caso, parece não haver nada ilícito na prática, vide exemplos das Figuras 105 e 106.

Figura 105: Estande da *Ford* em Salão do Automóvel no Brasil (1960).



Fonte: http://showroomimagensdopassado.blogspot.com.br/2010_07_14_archive.html

Nesse sentido, segundo estes autores, os maiores interessados na manutenção sigilosa de determinadas informações, devem tratar com bastante cautela, no âmbito da legislação e da segurança, o estabelecimento de estratégias que resguardem o que deva ser privativo e sigiloso daquilo que pode se tornar público e de acesso e conhecimento livre de todos.

Figura 106: Espões no Salão do Automóvel de Genebra (Século XXI).



Fonte: <http://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2013/03/os-espies-do-salao-de-genebra.html>

Mas o que são segredos industriais, de negócios ou comerciais? O fato de uma ideia ou criação estar acobertada pela lei da propriedade intelectual ou industrial se configura um segredo?

Parte-se da premissa e do senso comum que *segredo* é qualquer evento que deva ser mantido em sigilo por uma pessoa, ou, entre mais de uma pessoa, o qual não deve ou não pode ser divulgado sem a autorização do interessado. No âmbito industrial e dos negócios, que movimentam cifras importantes em investimentos com pesquisa, desenvolvimento e inovação os segredos se constituem informações técnicas ou de cunho comercial, pois podem ser mantidos e resguardados pelo Estado, por um determinado período, uma vez que os benefícios são revertidos para uma pessoa física ou jurídica e a nação recebe usufrutos indiretos dessa proteção. A violação dos segredos industriais ou comerciais e o acesso indevido ou desautorizado às informações se torna uma prática antiética e pernicioso desencadeando reações em cadeia configuradas em processos judiciais e prejuízos aos envolvidos.

Morris (2010) ao tratar de proteção comercial salienta que, pelo fato da lentidão, do custo ou de outros aspectos que impeçam rapidez, facilidade e menos burocracia dos quais envolva o processo da Propriedade Intelectual, vários empreendimentos de menor porte ou de grande dinâmica preferem a adoção de estratégias comerciais para a proteção dos produtos como “ocultar o *know-how* técnico, garantir as vendas por meio de fidelidade à marca, ou introduzir produtos novos e melhores, mais rápidos do que a concorrência”, Morris (2010, p.157).

Langelann e Barral (1971) sobre os princípios básicos da defesa contra o roubo, o acesso, a espionagem dos segredos elencaram catorze princípios procedimentais e estratégicos para a devida prevenção, conforme a Quadro 19:

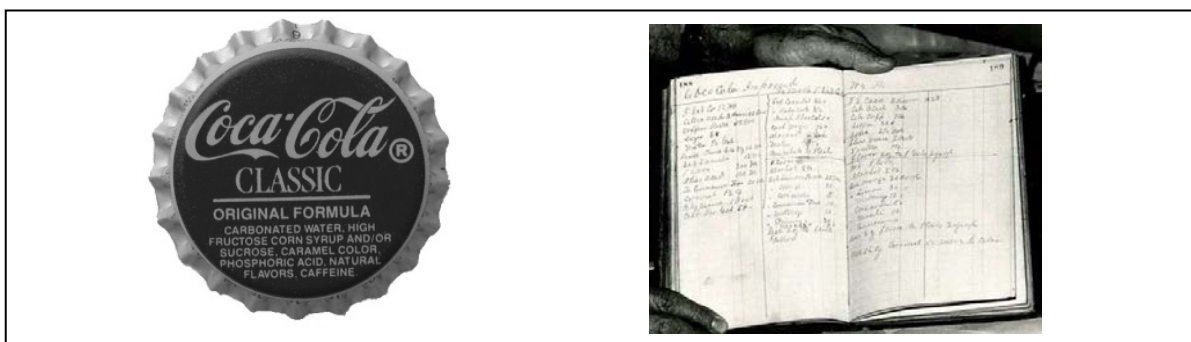
Quadro 19: Princípios básicos da defesa.

Princípios Básicos da Defesa	
1º Princípio	Um sistema de segurança compreende um conjunto de medidas que se sobrepõem;
2º Princípio	A importância de um sistema de segurança é função das ameaças que pesam sobre o que ele protege;
3º Princípio	O valor de um sistema de segurança mede-se por seu ponto mais fraco;
4º Princípio	Um sistema de segurança deve reduzir ao mínimo a demora de intervenção da defesa e retardar ao máximo a possibilidade de agressão;
5º Princípio	O acesso às informações secretas é limitado unicamente às pessoas que têm necessidade de conhecê-las em razão de suas funções;
6º Princípio	As pessoas vulneráveis não devem ter acesso às informações secretas;
7º Princípio	Os riscos devem ser agrupados e os segredos divididos;
8º Princípio	Trancados ou não, os documentos e materiais secretos devem estar sempre colocados sob uma responsabilidade bem definida;
9º Princípio	Tudo que serve para proteger um segredo é secreto;
10º Princípio	Todo sistema de segurança deve comportar no mínimo um elemento de surpresa para o agressor;
11º Princípio	As medidas de segurança jamais devem atrapalhar a marcha da empresa;
12º Princípio	A segurança deve ser compreendida, admitida e aprovada por todos;
13º Princípio	A defesa é sempre moral;
14º Princípio	A segurança exige um entendimento harmonioso no interior da empresa.

Fonte: Adaptado de Langelann e Barral (1971)

Portanto, as informações e segredos que não estejam seguros ou protegidos adequadamente predispõem ao surgimento de produtos, artefatos e processos copiados, similares, clonados ou outras terminologias próximas. Um dos exemplos mais difundidos mundialmente refere-se à cobiça ao segredo da fórmula da Coca-Cola, vide Figura 107.

Figura 107: A empresa Coca-Cola mantém um dos segredos industriais mais cobiçados.



Fonte: <http://ogourmet.net/blog/curiosidades/formula-da-coca-cola-desvendada/>

Souza et al (2012) realizaram um estudo para compreensão de como a cópia estabelece um diálogo com a inovação. Os autores sistematizaram, conceituando e contextualizando, as diversas maneiras configuradas de cópias mediante a relação de conceitos como a inovação e o conhecimento. Produziram um quadro sintetizado contendo os tipos de cópias relacionadas às suas principais características. Os principais itens para categorizar as modalidades de cópias, de acordo com Souza et al (2012), estão contidos no Quadro 20:

Quadro 20: Caracterização da cópia.

Procedência do item	Descrição do item
Quanto aos termos	Utilização de todos os termos abordados tendo como base o fato de que absorvem a cópia de alguma maneira dentro de sua definição, apontando de que maneira ele dialoga com a cópia;
Quanta a categorização	Apontamento se a cópia apresentada trata-se da cópia de um processo, produto, tecnologia, método, função, estratégia, técnica;
Quanto ao nível	Enquadramento em parcial ou total, literal ou figurativa, e mecânica ou criativa;
Quanto aos aspectos legais	Verificação da cópia se é legal ou ilegal, sendo a cópia ilegal aquela que fere algum Direito de Propriedade (INPI, 2012);
Quanto ao diálogo com o conhecimento	Pontuação da maneira como a cópia é empregada, em cada um dos termos, estabelecendo pontes para a aquisição do conhecimento ou não;
Quanto aos aspectos inovadores	Apresentação se há alguma relação com a inovação.

Fonte: Adaptado de Souza et al (2012)

Embora não se concorde com o modo como a cópia foi tratada nesse estudo, já que a condução dele pelos autores aparenta reforçar que a cópia seja uma prática saudável tendo em vista possuir uma estreita ligação com a inovação. Porém, os autores apresentam um resumo, em outro Quadro 21, interessante ao classificar ou tipificar a cópia inserida em diferentes estratégias ou técnicas de abordagens, incluindo-se a ER.

Quadro 21: Panorama da cópia.

Nome	Categoria	Nível	Aspectos legais	Conhecimento	Inovação
Pirataria	Produto	Total, parcial; Literal; Mecânica.	Illegal	Não consta	Não
Falsificação	Produto	Total, parcial; Figurativa; Mecânica.	Legal; Illegal	Sim	Não
Engenharia Reversa	Produto, Processo	Total; Parcial; Figurativa; Criativa.	Legal; Depende	Sim	Sim
Imitação Reflexiva	Produto	Parcial; Figurativa; Criativa.	Legal; Depende	Sim	Sim
Redesign	Produto; Processo	Parcial; Literal; Criativa.	Legal;	Sim	Sim
Plágio	Produto	Total; Parcial; Literal; Mecânica.	Illegal;	Não consta	Não
Imitação Criativa	Produto	Parcial; Figurativa; Criativa.	Legal; Depende	Sim	Sim
Adaptação Criativa	Produto	Parcial; Figurativa; Criativa.	Legal; Depende	Sim	Sim
Do It Yourself	Produto; Técnica.	Total; Parcial; Figurativa; Literal; Mecânica; Criativa.	Legal	Sim	Sim
Creative Commons	Qualquer item passível de direito autoral	Total; Parcial; Literal; Figurativa; Mecânica; Criativa.	Legal	Sim	Não Consta
Tecnobrega de Belém do Pará	Produto; Processo; Estratégia.	Total; Parcial; Literal; Figurativa; Criativa.	Legal; Depende	Sim	Sim
Catching up	Processo; Técnica; Tecnologia.	Total; Parcial; Literal; Criativa.	Legal	Sim	Sim
Benchmarking	Processo; Técnica	Total; Parcial; Literal; Figurativa; Criativa.	Legal	Sim	Sim
Open Design	Produto	Total; Parcial; Literal; Figurativa; Criativa.	Legal	Sim	Sim
Open Innovation	Processo; Tecnologia	Parcial; Literal; Figurativa; Mecânica; Figurativa.	Legal	Sim	Sim
Open Source	Processo	Parcial; Literal; Figurativa; Mecânica; Figurativa.	Legal	Sim	Sim
Movimento não me faça roubar	Ferramenta	Total; Literal; Mecânica.	Legal	Não	Não

Fonte: Souza et al (2012)

Um exemplo atual do uso indevido de cópia, e nesse caso, pode acumular ao mesmo tempo algumas das estratégias elencadas por Souza et al (2012), difundida em todas as partes do planeta, trata do fato da possibilidade de produzir armas, a partir das tecnologias envolvendo a prototipagem rápida.

Em 2013, foi disponibilizado em um determinado endereço norte-americano, na rede mundial *internet*, uma opção de se baixar arquivos e aplicativos¹³ para essa finalidade. Houve uma reação da sociedade planetária contrária a essa iniciativa e, depois de um determinado período, tornou-se proibida à realização do *download* devido aos riscos sociais e legais que isso produziu, uma vez que pessoas físicas não têm reconhecimento e base legal para a fabricação de armamentos além de incentivar a violência de modo desenfreado, inclusive de acesso fácil a menor de idade. Essa é uma, dentre outras questões, que permitem adentrar-se no próximo tópico 2.2.6.3, quanto à polêmica entre o que é conhecimento público e o que é conhecimento privado.

Um exemplo do alcance mundial e do poder de difusão da rede mundial *internet* pode ser verificado pela empresa *Google* ao firmar uma parceria com o Instituto Norte Americano de Patentes e Marcas Registradas (*USPTO*) disponibilizando, gratuitamente, ao público essas informações. Nos sítios oficiais¹⁴ se pode descarregar os arquivos necessários sobre as marcas ou patentes do interesse do estudo e pesquisa, algo que anteriormente, configurava-se somente de acesso restrito, limitado e oneroso.

2.2.6.3 Conhecimento público versus conhecimento privado: questões pertinentes

Em princípio, o conhecimento, no sentido estrito da palavra refere-se a algo que deve ser estimulado, ofertado e oportunizado a todos os cidadãos. O desejo de saber e de conhecer é uma necessidade inerente ao ser humano. O homem difere dos demais seres, justamente, pela capacidade de adquirir conhecimento e transformá-lo proporcionando, sucessivamente, novos conhecimentos.

Faz parte da formação de um cidadão o direito à educação e à escolaridade, ao estudo e à aquisição de informações e, portanto, do conhecimento de conteúdos inerentes aos indivíduos e à sociedade. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS (1948), Parágrafo primeiro, Artigo 26.

Isto também está posto no artigo 19, da mesma Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948), e na Constituição da República Federativa do Brasil (1988), especificamente, no *Capítulo I*, o qual trata dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos; e, no *Capítulo II*, o qual trata dos Direitos Sociais.

A Equipe LTR (1998) ilustra essa questão ao comentar sobre a Constituição da República Federativa do Brasil, datada de 05 de outubro de 1988:

Título II – DOS DIREITOS E GARANTIAS FUNDAMENTAIS
Capítulo I – Dos Direitos E Deveres Individuais e Coletivos

¹³ <http://www.hypescience.com/armas-reais-agora-podem-ser-fabricadas-em-impressao-3d/>

¹⁴ <http://www.google.com/googlebooks/uspto.html> ou <http://www.google.com/?tbn=pts>

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

[...]

XXIX – a lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País. EQUIPE LTR (1998, p.66)

Segundo Mujalli (1997) o homem ao começar a produzir seus objetos, mesmo que, muitas vezes, por improvisação ou adaptação da natureza às suas necessidades, deu início a dois tipos de linguagem: a arte e a técnica. A primeira, principia-se com os registros de pinturas rupestres nas cavernas e evolui apurando o senso estético dos envolvidos sendo aplicado em outras diversas manifestações artísticas e de cunho criativo, intelectual e imaterial. A segunda, amparada ao processo criativo, inicia-se como experimentações do ato do fazer e da arte de produzir e transformar a natureza e o que se apresenta ao seu entorno, conforme mostra a Figura 108.

Aos poucos o conhecimento adquirido como técnica passa a ser preocupação de posse dos indivíduos, das comunidades e civilizações como recursos de grande poderio. A propriedade imaterial e a propriedade intelectual se tornam instrumentos preciosos dos seus criadores e, portanto, devem receber a tutela da nação pertencente.

Figura 108: A produção do fogo nos primórdios.



Fonte: <http://cinemahistoriaeducacao.wordpress.com/cinema-e-historia/pre-historia/a-guerra-do-fogo/>

Acredita-se também, desse modo, que a ciência e o conhecimento científico também o fossem. Entretanto, a partir do instante em que este tipo de conhecimento se configurou como maneira rentável, de mercadoria e, portanto, revertido na comercialização de bens, serviços, processos, artefatos e tecnologias para seus empreendedores iniciais, as nações logo trataram de criar um sistema de leis de autodefesa e que protegessem seus idealizadores contra os abusos, da exploração indevida, de roubos ou do acesso a informações desautorizadas. Ainda, as maiores autoridades perceberam que determinados incentivos poderiam ser revertidos e multiplicados em favor do enriquecimento das próprias nações.

É justo, portanto, que esse esforço dispendido seja protegido pelo direito autoral. Ao autor da obra, literária, científica, plástica, inventiva, seja ela qual for, cabe o direito de revelá-lo ao mundo externo, e só a este, cabe então decidir, qual será o destino desta, pois a obra lhe pertence, originalmente,

por direito. [...] Em qualquer desses casos cumpre asseverar que, a lei protege não a ideia do autor, mas sim, a sua realização através de atos materiais em sua forma definida. Essa proteção é extensiva tanto ao autor, detentor da propriedade material intelectual, quanto ao invento técnico, detentor e autor da propriedade industrial. A recente lei tornou-se mais sensível à proteção da propriedade intelectual. MUJALLI (1997, p.21)

Entre os séculos XVIII e XIX, Denis (2000) esclarece que com a chegada da produção maquinofatureira, conseqüentemente, a rapidez e maior facilidade de replicação dos artefatos, trouxe o início do fenômeno da pirataria. Pelo fato do projeto mecânico não ser de caráter único e exclusivo como eram as criações provindas da produção artesanal, tornava-se fácil produzir as imitações e cópias dos originais.

Esse problema, cedo reconhecido, levou a um esforço concentrado de reformulação das leis de patentes e de *copyright* na Grã-Bretanha entre 1830 e 1860, esforço este que teria repercussões em todo o mundo e continuaria a marcar a evolução industrial ao longo dos séculos XIX e XX. DENIS (2000, p.29)

Sem fazer-se apologia à prática da espionagem industrial, nem do descumprimento à legislação, mas em se tratando da livre aquisição ou difusão das informações relativas a artefatos industriais, materiais e processos tecnológicos pode contribuir decididamente com o avanço e o desenvolvimento do conhecimento científico entre as sociedades. A ciência pode adquirir pleno avanço quando o estado da arte e do conhecimento se torna algo ao livre acesso de todos e de domínio público. A sociedade, nestes casos, pode ser a maior beneficiária da socialização e das contribuições que esta prática pode resultar.

A linha tênue que separa o conhecimento científico como posse privada do que seria de domínio público encontra-se fundamentada na legislação sobre a propriedade intelectual e o direito industrial. Fundamentalmente, aqueles inventores, descobridores ou desenvolvedores de invenções, de produtos, marcas, processos e de tecnologias podem ter o direito de explorar, durante um determinado período, como forma de recompensar seus esforços e investimentos feitos para adquirir ou formular tal conhecimento científico e de aplicação técnica, através dos pedidos de patentes e das concessões fornecidas pelo Estado e pelas autoridades competentes.

Sobre a evolução histórica da proteção à propriedade industrial, no Brasil, Soares (1997) relata o último dos estágios na legislação brasileira a que se tem por vigente:

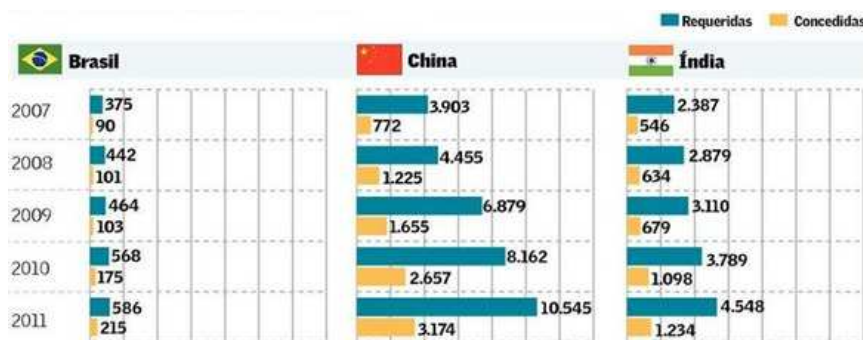
Pela Lei 9.279, de 14.05.1996, foi então aprovado o texto final que se converteu na Lei que Regula Direitos e Obrigações Relativos à Propriedade Industrial, visando a concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade; de registro de desenho industrial; de registro de marca; de repressão as falsas indicações geográficas; e de repressão à concorrência desleal. Traz como novidades a inclusão da patente para as substâncias, matérias ou produtos obtidos por meios ou processos químicos e as substâncias, matérias, misturas ou produtos alimentícios, químico-farmacêuticos e medicamentos de qualquer espécie, bem como os respectivos processos de obtenção ou modificação; o *pipeline*, o certificado de adição de invenção; o registro dos desenhos industriais; as marcas coletivas e de certificação; a substituição das indicações de procedência por indicações geográficas; os crimes contra a propriedade industrial, ou seja, contra as patentes, os desenhos industriais, as marcas, título de

estabelecimento e sinais de propaganda, as indicações geográficas e os crimes de concorrência desleal. SOARES (1997, p.16)

Quanto às patentes, Morris (2010), esclarece que “a legislação de proteção do conhecimento é chamada direito de propriedade intelectual (DPI) e incluem direitos autorais, marcas registradas, direitos de bancos de dados, direitos morais e patentes”, Morris (2010, p.157). Segundo este autor, a principal função das patentes reside na proteção das *inovações técnicas ou funcionais* e podem abranger vários aspectos como o modo de funcionamento de um produto, o processo de como se fabrica ou produz o produto, a sua utilização ou o emprego de materiais inovadores. Acrescenta ainda que as “inovações não podem ser triviais (para que tenham valor comercial) e devem ser inovadoras (para que haja alguma originalidade), e todo o trabalho deverá ser confidencial”, (Idem).

A diferença da legislação entre os países é notória algo que força as organizações investirem maciçamente em profissionais e escritórios especializados no ramo normativo e legislativo para conhecerem os pormenores de cada nação quando haja interesses comerciais, de lançamento de produtos, de transferência de tecnologia, de importação ou exportação, dentre outras iniciativas. Por exemplo, Morris (2010) afirma que, dependendo do país, a patente pode ser concedida, primeiro, ao inventor, diferentemente, de outros onde a concessão somente é válida para o solicitante. “Em qualquer dos casos, a implicação essencial é não adiar a requisição de patente e manter os registros de progresso em livros autenticados”, Morris (2010, p.157). A Figura 109 mostra o caso do número de patentes requeridas e concedidas nos EUA no início do século XXI.

Figura 109: Número de patentes requeridas e concedidas nos EUA de acordo com USPTO.



Fonte: <http://www.asiacomentada.com.br/tag/inovacoes-tecnologicas-comentados-no-eu-fim-de-semana-do-valor-economico/>

Os autores Backx e Magalhães (2012), em estudo bastante elucidativo à área projetual no âmbito da Propriedade Intelectual, tecem algumas reflexões acerca da PI – Direito Autoral e Lei da Propriedade Industrial – a relação da criatividade na área projetual – criação estética e criação técnica – com a PI e finalizam sua linha de raciocínio apresentando uma taxonomia dessas criações contribuindo para uma classificação situacional dos projetos e criações da área, vide Figura 110.

Figura 110: Exemplos de criações estéticas e técnicas.

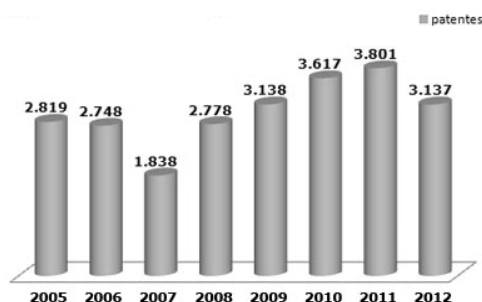


Fonte: Backx e Magalhães (2012) adaptado de Pugh (1990)

Morris (2010), por sua vez, ao tratar dos direitos autorais na área projetual afirma que a grande maioria dos países possui algum departamento responsável pela proteção intelectual (DPI) cuja função se resume a permitir que os designers industriais, engenheiros ou inventores possam se resguardar na proteção da forma e do formato de seu trabalho criativo e projetual. Segundo este autor, em alguns deles, a concessão ocorre de modo automático e, em outros, há a exigência da solicitação bem como a diversidade e a pluralidade dos processos normativos e legislativos entre as nações dificultando bastante a sua proteção.

No Brasil, esse órgão se chama *Instituto Nacional de Propriedade Industrial*¹⁵ (INPI), como mostra a Figura 111, contendo estatísticas de patentes concedidas pelo INPI.

Figura 111: Número de patentes concedidas pelo INPI.



Fonte: <http://www.abifina.org.br/noticias.asp?secao=20¬icia=2060>

No Reino Unido, o direito de *design* é um direito automático que protege formas tridimensionais contra cópias. É possível obter maior proteção registrando o *design* (*design* registrado) protegendo, assim, qualquer forma

¹⁵ O sítio oficial do INPI é <<http://www.inpi.gov.br/portal/>>. No sítio existem documentos, relatórios, manuais, artigos, palestras, procedimentos, tabelas de preços dos serviços do INPI, entre outros, para serem consultados e baixados. Um dos recursos mais importantes do INPI é a Revista da Propriedade Industrial, um canal de comunicação com a sociedade a qual divulga e informa sobre o andamento dos processos solicitados pelos interessados a respeito de pedidos de patente, desenhos industriais, contratos de tecnologia, programas de computador, indicações geográficas e topografias de circuitos integrados.

estética (inclusive padrões de *design* bidimensional) contra qualquer forma de reprodução. MORRIS (2010, p.157)

O estudo de Backx e Magalhães (2012) trata de uma classificação sistematizada das concepções na área projetual a partir da identificação das características estéticas e técnicas confrontadas com a normatização e dispositivos legais, vide Quadros 22 e 23.

Quadro 22: Dispositivos legais excludentes em Propriedade Intelectual.

DISPOSITIVOS LEGAIS EXCLUDENTES EM PI				
LEI	criação	TIPO	DISPOSITIVOS EXCLUDENTES	
DA	ESTÉTICA	Artística	Obra artística	Art. 8º Não são objeto de proteção como direitos autorais de que trata esta Lei: VII - o aproveitamento industrial ou comercial das ideias contidas nas obras.
		Marcária	MA	Art. 124. Não são registráveis como marca : XVII - obra literária, artística ou científica, assim como os títulos que estejam protegidos pelo direito autoral e sejam suscetíveis de causar confusão ou associação, salvo com consentimento do autor ou titular;
LPI	ESTÉTICA	Industrial	DI	Art. 100. Não é registrável como desenho industrial : II - a forma necessária comum ou vulgar do objeto ou, ainda, aquela determinada essencialmente por considerações técnicas ou funcionais .
		TÉCNICA Industrial	IN e MU	Art. 10. Não se considera invenção nem modelo de utilidade : IV - as obras literárias, arquitetônicas, artísticas e científicas ou qualquer criação estética ;

Fonte: Backx e Magalhães (2012)

Quadro 23: Classificação das criações da área projetual.

Classificação do tipo de criação	
Estética artística ou criação artística	São as obras estéticas de valor artístico;
Estética marcária ou criação marcária	São as obras estéticas visuais distintivas de produto ou serviço;
Estética industrial	São as obras estéticas visuais utilitárias de aproveitamento industrial;
Técnica industrial	São as obras técnicas utilitárias de aplicação industrial (produto ou processo).

Fonte: Backx e Magalhães (2012)

Estes autores, ao estruturarem o estudo, entre outros aspectos, partem da dificuldade de se entender o sistema legal das proteções e o fluxo das criações da área projetual quanto ao direito autoral e à propriedade industrial. O pouco domínio sobre estas questões, por parte dos projetistas, além do embasamento em demais autores, os quais afirmam categoricamente que os projetistas têm conhecimento precário quanto aos conteúdos de Propriedade Intelectual.

As referidas reflexões e contribuições a respeito da sistematização das criações na área projetual de Backx e Magalhães (2012) se apresentam sintetizadas no Quadro 24 intitulado de *Categorização da criação industrial*.

Quadro 24: Categorização das criações estéticas e técnicas.

Categorização da criação na propriedade intelectual							
Lei	Criação		Característica	Observação	Denominação	Loc	Esc
DA	Estética	Artística	Valor artístico	Dissociado do caráter industrial ou comercial.	Obra artística	EBA	▲
		Marcária	Sinal distintivo	Visualmente perceptível.	Marca - MA	INPI	▲
LPI	Técnica	Industrial	Tipo de fabricação industrial	1. Conjunto ornamental de linha e cores que possa ser aplicado a um produto; 2. Forma plástica ornamental de um objeto	Desenho Industrial - DI		Design
			Ato inventivo	Objeto de uso prático, ou parte deste, com nova forma ou disposição.	Modelo de Utilidade - MU	▲	
		Atividade inventiva	Objeto ou parte deste.	Invenção - IN	▲		

Fonte: Backx e Magalhães (2012)

Cunha (2000 e 2002) se dedicou, em duas obras literárias, a transmitir e interpretar a legislação sobre marcas e patentes, além de assuntos correlatos, com a aplicação em design industrial e *design*, ilustrando exemplos reais e estudos de casos extraídos da sua experiência e das suas pesquisas realizadas. Foram examinados nas duas obras literárias vários assuntos sobre: a proteção; a origem das formas; a criatividade e a originalidade; os pedidos de registro de desenho industrial; as restrições ao pedido de registros; o exame do mérito; a colidência parcial e total; a metodologia adotada para exames das formas plásticas; situações de proteção não previstas na lei; exemplos de pareceres emitidos e questionamentos de decisões; as variações configurativas dos objetos; implicações da nova lei; a nulidade e a extinção de um registro de desenho industrial; a proteção de partes de objetos; o uso de materiais e das cores observadas em pedidos de registro de desenho industrial; aspectos mercadológicos e tecnológicos envolvendo desenho industrial e design; a distinção entre propriedade intelectual e propriedade industrial ou entre direito autoral e registro de desenho industrial; aspectos de pirataria no Brasil e no mundo; a processualidade dos pedidos; o redesenho de objetos; aspectos do produto gráfico e suas aplicações; o uso de novas tecnologias das páginas da *web*; dentre outros assuntos, além de ressaltar itens de importância da proteção legal do desenho industrial.

Entretanto, nos últimos tempos, alguns casos bastante controversos têm trazido à tona a rediscussão sobre o que é verdadeiramente privativo em termos de ciência e, por conseguinte, do conhecimento científico.

Um dos exemplos se refere ao caso dos aplicativos de computador *Windows versus* a plataforma *Linux*, vide a Figura 112. A versão *Linux*, representa uma vertente de aplicativos idealizados como *versão-livre* para a população e dentre várias vantagens resumidamente, se caracteriza pelo modo de forçar a popularização de um tipo de tecnologia, ou seja, fazer com que uma maior parte da população tenha acesso às contribuições advindas, por exemplo, do ramo da informática. Nesse caso, os inventores do Sistema Operacional *Linux* acusam a *Microsoft Windows* de monopólio de mercado com preços abusivos sobre a aquisição e acesso às novas tecnologias.

Figura 112: Filosofia diferente entre a *Microsoft Windows* e a *Linux*.



Fonte: <http://pplware.sapo.pt/pessoal/informatica/windows-linux-e-as-suas-filosofias/>

Outro exemplo bastante significativo foi o caso do Governo Brasileiro, no início dos anos 2000, quando assumira a postura de forçar a quebra de patentes dos medicamentos para tratamento da doença Síndrome da Deficiência Imunológica Adquirida (AIDS) contra os laboratórios da indústria farmacêutica *Merck Sharp & Dohme* e *Roche*, vide a Figura 113. A pressão do Governo Brasileiro, fundamentada na “licença compulsória”, item previsto na legislação, mesmo sendo acusado por algumas nações, de violação da legislação mundial a respeito das patentes de medicamentos e da propriedade intelectual, serviu para que as empresas baixassem os preços dos medicamentos de tratamento da AIDS, ganhando, assim, notoriedade entre vários países.

Figura 113: Exemplo de medicamento sob licença compulsória no Brasil.



Fonte: http://portal.rac.com.br/noticias/index_teste.php?tp=nacional&id=/127995&ano=/2012&mes=/05&dia=/07&titulo=/governo-prorroga-quebra-de-patente-de-droga-contra-aids

Segundo Elias (s.d.), acerca da quebra da patente do medicamento *Efavirenz* por licenciamento compulsório, o autor atesta que:

- i) nesse caso, as condições de uso abusivo e de emergência nacional ou de interesse público preencheram as condições para o licenciamento do produto sem a necessidade de autorização do detentor da patente;
- ii) o Brasil não quebrou a patente, pois a licença compulsória não retirou a patente do detentor, além de manter todos seus direitos com recebimento de valores pela quantidade de cópias produzidas ou importadas;
- iii) o caso exposto não se configurou como pirataria em nenhuma hipótese, além do que o Brasil tem uma legislação, a qual combate e não é conivente com a pirataria;
- e, iv) a lei é amplamente favorável quando trata dos casos de emergência nacional, circunstância de extrema urgência, uso público não comercial e

prática anticompetitiva como condições para a adoção da medida compulsória. ELIAS (s.d., p.336-61)

Esse debate polarizou uma disputa diplomática entre o Brasil e os Estados Unidos quando incluiu o Brasil em uma lista de nações que quebram patentes ao violar o Trips (*Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* - Acordo Relativo aos Aspectos do Direito da Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio), reacendendo no cenário internacional a polêmica da propriedade intelectual entre as nações ricas e as pobres.

Elias (s.d.) ainda deu destaque a um trecho do discurso do embaixador brasileiro na época:

Conhecido discurso de Paulo Nogueira Batista, embaixador brasileiro no GATT, em setembro de 1988, ainda ecoa: [...] Além de não reconhecer que o governo norte-americano tem qualquer autoridade moral para fazer julgamentos sobre o tema, deixe-me recordar aos colegas que o único tipo de familiaridade que o Brasil teve com a *pirataria* foi na condição de vítima. Assim, como a maioria de nossos vizinhos latino-americanos, desde o início do período colonial, temos sido constantemente saqueados (*plundered and ransacked*) por notáveis perpetradores dessa segunda ou terceira mais antiga profissão, pessoas cujos nomes são Drake, Fenton, nomes que, aliás, não são portugueses ou espanhóis. ELIAS (s.d., p.344).

No mesmo ramo da saúde podemos ilustrar o exemplo da legislação dos medicamentos genéricos, como ilustra o exemplo da Figura 114, o qual entre outras características surgiu como um avanço inovador, rompendo com monopólios e oligopólios de medicamentos e empresas fabricantes visando o acesso mais fácil de produtos similares à população a preços mais baixos, desde que ocorra a comprovação terapêutica, de mesma eficiência, do produto de referência. A legislação acabou com a produção da cópia de similares sem fiscalização sanitária, com matéria-prima de qualidade duvidosa, com processamentos e logística de distribuição sem nenhuma regulamentação.

Figura 114: Medicamentos genéricos sob a legislação.



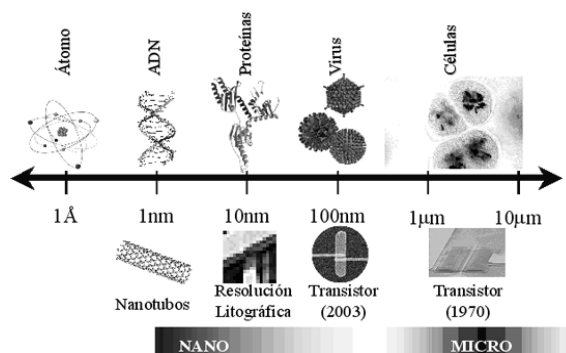
Fonte:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Medicamentos/Assunto+de+interesse/Medicamentos+genericos/Medicamento+Generico>

No final da década de 1990 dois importantes acontecimentos afetaram expressivamente os rumos desta indústria no Brasil, no que diz respeito ao tema objeto deste trabalho: - a regulamentação das patentes (Lei 9.279 de 14.05.96 – BRASIL, 1996) e a regulamentação dos medicamentos genéricos (Lei 9.787 de 10.02.99 - BRASIL, 1999). Se, por um lado, o reconhecimento das patentes representa um importante incentivo à pesquisa por parte de agentes privados (INTERFARMA, 2006), por outro, a regulamentação dos genéricos estimula um modelo de negócios baseado na exploração de nichos de mercado já maduros, cujos medicamentos de

referência estejam com patentes vencidas ou próximas de expirar. QUEIROZ e VASCONCELOS (2008, p.109)

Outro exemplo se reflete nas áreas da nanotecnologia e da biotecnologia, ou seja, o caso principalmente das plantas, animais, micro-organismos e demais formas de vida. Inúmeros casos vêm se sucedendo nestes campos do conhecimento justamente por se configurarem como áreas de amplo desenvolvimento científico e tecnológico bastante recente. Isto tem levantado nas nações uma preocupação como, por exemplo, o comportamento ético com tais estruturas naturais ou artificiais. Podemos ilustrar as clonagens, os transgênicos, os sistemas de fertilização artificial, as manipulações genéticas das células, dos átomos e moléculas, entre outros, como demonstra a Figura 115.

Figura 115: Escala dos campos da nano e da biotecnologia.



Fonte: <http://www8.ufrgs.br/alimentus/ita02014/htm/nanotecnologia.html>

Durante la última década hemos sido testigos de increíbles avances en ciertos sectores gracias a la nanotecnología. Sin embargo, donde hemos visto auténticas mejoras producidas por lá investigación de nanomateriales es en la resistencia a las manchas de los tejidos, la de los materiales plásticos y los revestimientos protectores. Se han producido otros avances, especialmente en el campo de la biotecnología, pero se encuentran fuera de nuestro ámbito. BEYLERIAN; DENT; QUINN (2008, p.39).

Dentre os raros estudos envolvendo ER e a sua relação com a propriedade intelectual merece destaque o de Urich (2001). Nesse estudo, o autor levanta um questionamento crucial da Lei da Espionagem Econômica Americana porque é uma lei do âmbito federal e, portanto, está acima das leis estaduais, mas que proíbe o uso da ER nos Estados Unidos da América. A lei parte do contexto da prevenção dos Estados Unidos contra a espionagem internacional sobre sua propriedade intelectual produzida.

No entanto, Urich (2001) afirma, convictamente, que a ER é benéfica para o avanço do conhecimento científico e o que deve ser coibida é a espionagem industrial. O autor apresenta a Lei de Espionagem Econômica dos Estados Unidos da América onde esclarece as questões pertinentes a PI e ER, direitos autorais, patentes, o caso da máscara para prensagem de circuito integrado, os segredos comerciais, os artigos da lei, o conflito dela com as leis estaduais, a quebra de contratos e de patentes como práticas criminosas, o conhecimento público, as violações dos segredos dentre outros aspectos. O estudo, após essas análises, propõe a alteração da Lei pelo Congresso Americano tornando explicitadamente a permissão da ER e a proibição da espionagem mesmo que seja configurada por uso da prática da ER, por entender que são duas iniciativas distintas.

Luz e Santos (2007) esclarecem a dicotomia entre o conhecimento público e o conhecimento privado:

Além disso, pode-se adicionar que o bem público de uso comum é algo que pertence a todos: à Sociedade, à Humanidade. Como o Conhecimento é, por excelência, um bem público de uso comum, por mais vantagens que sua posse confira a quem o detiver, o seu acesso deve ser religiosamente respeitado. O Conhecimento tem que ser um bem mantido público, reforça-se, uma vez que, para se chegar a cada uma nova descoberta, necessariamente se faz graciosamente uso de conhecimentos outros já em domínio público: Este sentido não necessariamente colide com o princípio da propriedade intelectual, mas o pode restringir, eliminando exageros. Deste modo, a engenharia reversa é uma poderosa ferramenta para a manutenção do bem público que, pela sua própria característica de ser público, de todos, deve ter precedência sobre outras formas de Direito. LUZ e SANTOS (2007, p.5)

Como se podem verificar vários desses exemplos permeiam interesses coletivos e da população ou que tangenciam os direitos básicos da humanidade. O que se dizer de países extremamente pobres onde a população não tem acesso a equipamentos, artefatos ou tecnologias que possam contribuir com a erradicação da educação, do isolamento das informações digitais e virtuais ou que melhorem a qualidade de vida populacional? O que se dizer da falta de acesso à água, ao alimento, à energia ou à saúde, para não mencionar outras questões de interesse social, à sobrevivência, à vida; problemas recorrentes em várias nações, pela impossibilidade de patentes concedidas a minorias não permitirem uma maioria de a sociedade usufruir desses benefícios? Estes e outros questionamentos precisam ser feitos nos espaços da sociedade e onde se constroem essas leis.

Há duas ou três décadas, não havia concessão de patentes nos setores de alimentos e de medicamentos, considerados direitos inalienáveis. Quais as mudanças sociais inverteram a escala tradicional de valores, permitindo que interesses comerciais externos prevalecessem sobre direitos humanos primordiais? Por sua vez, Benetti (2006) também aventa inquietantes questões: [...] como compreender um sistema de patente que assegura direito de exploração sobre aquilo que é considerado bem coletivo? Em outras palavras, como tratar a apropriação, para fins de exploração comercial, do conhecimento científico e tecnológico ligado à preservação da vida ou da saúde humana? ELIAS (s.d. p.356)

Elias (s.d.) em uma citação deixa claro o quanto a ciência e o conhecimento científico podem ser manipulados para beneficiar poucos e excluir ou desassistir multidões: “a ciência, num ambiente de liberalismo político e econômico, revelou-se útil para um pequeno número de pessoas no mundo e perversamente excludente para a maioria delas”, Elias (s.d. p.355).

Por fim, Pimentel (1999) encontra e externa o “fio” que conduz esse raciocínio ao apontar a estreita ligação entre o sistema capitalista e a patente ou o capitalismo e a relação com o conhecimento privado e a propriedade intelectual – autoral ou industrial. Para esse autor, o capitalismo necessita incessantemente que a ciência e a tecnologia se tornem um conhecimento privado, em vez de um conhecimento coletivo, onde poucos permaneçam cada vez mais ricos e muitos cada vez mais pobres. Essa é a essência e a lógica do capitalismo. As posses, sejam

quaisquer que sejam, não podem ser homogêneas, pois se isso acontecer será o fim do próprio sistema.

Esta discussão demonstra o quão é polêmico tal assunto, mas reforça a tônica e o debate favorável ao uso da ER como forma de instrumento disponibilizador da ciência e do conhecimento para uso coletivo e transformador da sociedade.

2.3 As novas tecnologias na área projetual

A inserção desse assunto nesse estudo se mostra pertinente uma vez que desde o surgimento das novas tecnologias a atividade de desenvolvimento de produtos, por parte das engenharias e do design industrial, decididamente, não foi mais a mesma. As mudanças na sociedade foram tão profundas quanto em outras revoluções tecnológicas anteriores. O que se assiste na atualidade ainda é um reflexo natural do aparecimento do *chip* eletrônico de meados do século XX e longe de se prever um fim ou outra nova revolução tecnológica acontecer.

A área projetual, em suas diversas formas de manifestação tem colhido os benefícios dessas inovações, porém, parece ainda não ter compreendido a totalidade dessas contribuições e transformações que estão por vir. Os próximos itens estabelecem um resgate histórico desse processo, o estado da arte tecnológica e algumas possibilidades futuras de se projetar, fazer ER ou desenvolver artefatos industriais de modo integrado com as áreas de cunho tecnológicas.

2.3.1 A computação gráfica

Ao se debruçar com as novas tecnologias computacionais e da Computação Gráfica (CG) capazes de inserção no âmbito da ER e, por conseguinte, na área projetual se torna necessária à familiarização e o conhecimento de áreas e nomenclaturas comuns existentes. Portanto a CG se mostra um resultado proveniente dos avanços das novas tecnologias informatizadas, conforme a Figura 116.

Figura 116: Cartaz do filme *Tron* (1982, *Walt Disney*), primeiro uso da CG.



Fonte: <http://www.movieprop.com/tvandmovie/reviews/tron.jpg>

Azevedo e Conci (2003) ao tentarem compreender a CG o fazem assegurando que é o resultado da união entre as áreas da arte e da matemática. Uma auxilia com o poder das abstrações

e produções artísticas; a outra fornece princípios da lógica e da razão. Deste modo, apresentam a definição da *ISO (International Organization for Standardization)* sobre a computação gráfica: “é um conjunto de ferramentas e técnicas para converter dados para ou de um dispositivo gráfico através do computador”, Azevedo e Conci (2003, p.3-4).

Cóser (2010) ao tratar das novas tecnologias e, mencionando Virilio (1993), atrela tais inovações à necessidade de novos espaços informacionais. Ao fazer um resgate com o desenvolvimento da escrita e, posteriormente, com o advento da imprensa estabelece uma comparação à chegada do computador afirmando que o volume de códigos, sinais e de informações solicitaram uma nova plataforma de compilação de dados que as anteriores já não contemplavam mais. Por isso, cita Lévy (1993) ao afirmar que a computação se tornou algo inerente à modernidade, devido à rapidez e versatilidade que proporciona às demandas e atividades antigas. Isso se manifesta, não somente no campo da escrita, mas também dos sons e das imagens. A Figura 117 refere-se ao primeiro computador com recursos gráficos que se tem conhecimento.

Figura 117: *Whirlwind I* (1950), primeiro computador com recursos de visualização gráfica de dados (MIT).



Fonte: http://www.computerhistory.org/timeline/images/1951_whirlwind_large.jpg

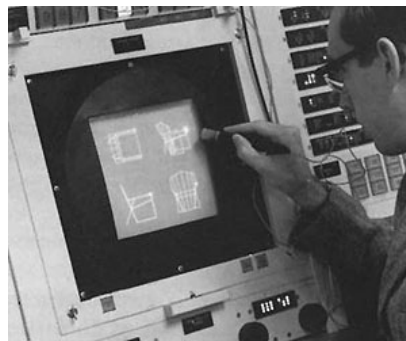
O universo das imagens, mais que a escrita e o som, é palco de interesse desta tese. As imagens estáticas ou em movimento, bi (2d) e tridimensionais (3d) são largamente utilizadas por profissionais da área projetual (engenharia, arquitetura e design industrial) durante as fases de projeção. Para atender a esta necessidade surgiram as plataformas CAD, CAM e CAE bastante utilizadas na CG.

Romeiro Filho (1996) ao investigar a introdução das novas tecnologias em várias áreas do conhecimento humano e dos setores da sociedade, principalmente, no desenvolvimento de produtos e de projetos proporciona contribuições pertinentes a esta tese. Aspectos foram tratados como a inovação tecnológica, os segredos industriais, os *royalties* além de exemplos pertinentes como o desenvolvimento do *chip*, do avião *Boeing 777*, da empresa *General Motors* em comparação à *Toyota* entre outros. Segundo este autor essa *nova revolução industrial* traz inúmeros benefícios como a rapidez dos processos e obtenção de resultados físicos ou não. Na área projetual, os sistemas CAD, CAE e CAM serviram de articuladores entre as diversas áreas e profissões, algo que no Brasil, pelas suas características peculiares ainda se encontra em processo de gestação. Questões como Engenharia Simultânea ou Concorrente, Produção Integrada por Computador (*CIM – Computer*

Integrated Manufacturing), Tecnologias de Grupo, Equipes Multidisciplinares, dentre outras, tem sido adotadas recentemente na área.

De acordo com Cóser (2010) os sistemas CAD e CAM significam, respectivamente, Projeto Assistido por Computador – *Computer Aided Design* e *Computer Aided Machining* ou *Computer Aided Manufacturing* – referindo-se a todos os processos de fabricação monitorados por computador. Dados históricos apontam que *Ivan Sutherland* fora o criador pioneiro, já na década de 1960, do primeiro programa – *Sketchpad* – envolvendo os recursos e características da tecnologia paramétrica comum aos programas CAD, como ilustra a Figura 118.

Figura 118: O *Sketchpad* desenvolvido por *Ivan Sutherland*.



Fonte: <http://kisd.de/~rbaehren/sketchpad.htm>

Quanto às origens dos sistemas CAM, registros históricos apontam para a década de 1940, com o surgimento das máquinas de usinagem CN (*Numeric Control*), evoluindo, posteriormente, para as máquinas de usinagem CNC (*Computer Numeric Control*). Por analogia, os sistemas CAE (*Computer Aided Engineer*) são todas aquelas plataformas direcionadas mais especificamente aos projetos de Engenharia. A integração desses sistemas tem sido um acontecimento revolucionário nos últimos tempos permitindo a transmissão e a comunicação de dados entre eles de maneira rápida, eficiente e pragmática cujos desenhos virtuais podem ser reproduzidos fisicamente entre a interação dos aplicativos e os maquinários presentes nos processos de fabricação.

Alencar (2010) ao resgatar o histórico da CG, afirma haver um consenso entre os pesquisadores no assunto de que o primeiro computador com recursos gráficos foi o *Whirlwind I*, datando de 1950, e desenvolvido pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology, USA*). Cinco anos mais tarde fora adotado como uma plataforma ideal para o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de controle de tráfego aéreo conhecido por SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment*), como mostra a Figura 119.

Figura 119: Funcionamento do Sistema Militar de Monitoramento Aéreo (SAGE/EUA, 1955).



Fonte: <http://design.osu.edu/carlson/history/tree/images/sage.jpg>

Segundo Azevedo e Conci (2003), outro marco importante, no final da década do ano de 1950 quando a Boeing se favorece de um projeto envolvendo a simulação de fatores humanos em aviões, período em que *Verner Hudson* coordenara o projeto que desencadeou o termo *Computer Graphics*. Na década de 1960, a *General Motors* se destaca como pioneira na produção do primeiro aplicativo computacional CAD, posteriormente, introduzido na indústria automobilística e aeroespacial norte-americanas, conforme a Figura 120. Na década seguinte, se concebeu um dos avanços tecnológicos bastante adotados na atualidade. O algoritmo *zbuffer*, adotado até os dias atuais, fora idealizado juntamente aos avanços tecnológicos dos circuitos integrados e as novas interfaces gráficas computacionais fortalecendo a computação gráfica como uma área contida nas ciências computacionais.

Figura 120: Programas CAD desenvolvidos pela indústria automobilística e aeroespacial após tese de *Sutherland*.



Fonte: <http://design.osu.edu/carlson/history/tree/images/dac.JPG>

A década de 1980 foi marcada por usos da CG no segmento aeroespacial e nas incursões interplanetárias varridas, por exemplo, com os satélites. Nos anos de 1990, a maior contribuição da CG se faz na indústria cinematográfica quando as produções de ficção científica e de animação gráfica se apropriam dos avanços de placas gráficas e dessa tecnologia para produzirem vários longa metragens. As inovações observadas nas duas décadas do século passado ainda se fazem presentes no início do século XXI com maiores desenvolvimentos e avanços técnico-científicos, vide Quadros 25 e 26, respectivamente.

Quadro 25: Linha do tempo dos conceitos transferidos à CG.

Período	Personalidade	Contribuição
300 a 250 a.C.	<i>Euclides</i>	Desenvolvimento da geometria o que proporcionou avanços no mundo até o século XVIII.
1377 a 1446	<i>Brunelleschi</i>	Utilização do processo criativo e de percepção visual criando a perspectiva em 1425.
1596 a 1650	<i>Descartes</i>	Formulação da geometria analítica e dos sistemas de coordenadas 2D e 3D (planos cartesianos).
1707 a 1783	<i>Euler</i>	Criação, na matemática, dos conceitos de senos e tangentes, da expressão que relaciona o número de vértices, a arestas e faces de poliedros entre outras.
1746 a 1818	<i>Monge</i>	Desenvolvimento da geometria descritiva como ramo da geometria.
1814 a 1897	<i>Sylvester</i>	Invenção das matrizes e da notação matricial, ferramenta de grande importância na computação gráfica.
1822 a 1901	<i>Hermite</i>	Demonstração da transcendência do número e (utilizado como base para os logaritmos naturais), desenvolvimento de funções elípticas e curvas etc.

Fonte: Adaptado de Azevedo e Conci (2003)

Alencar (2010) salienta ainda que qualquer abordagem em CG, pela sua complexidade inerente, se faz necessário dominar e se aprofundar em elementos e informações teórico-práticas em diversos assuntos tais como: a percepção e modelagem tridimensional; as perspectivas; as sombras; as reflexões; as iluminações; as geometrizações gráficas e projetivas; as noções de espaço – percepção, construção e reconstrução; os domínios na geração e manipulação de malhas gráficas além de conhecimento prévio dos objetos de estudo, de calibração e manipulação de câmeras e dos tipos de câmeras, das densidades e tipos de texturas e oclusões. Esses e outros elementos Azevedo e Conci (2003) distribuem e agrupam em três blocos denominados de: i) *Informações monoculares*; ii) *Informações visuais óculo-motoras*; e, iii) *Informações visuais estereoscópicas*.

Quadro 26: Linha do tempo dos primórdios da CG.

Período	Agentes envolvidos	Contribuição
1885		Desenvolvimento da tecnologia de tubos de raios catódicos.
1927	<i>Indústria cinematográfica</i>	Definição do padrão de 24 imagens por segundo.
1930		Desenvolvimento do primeiro computador <i>ENIAC</i> .
1938	<i>Valensi</i>	Proposição do tubo de raios catódicos coloridos.
1947	<i>BELL LABS</i>	Invenção do transistor.
1950	<i>Laposky</i>	Criação da primeira obra artística com a adoção da tecnologia por intermédio de um osciloscópio.
1955		Surgimento do sistema de monitoramento aéreo <i>SAGE</i> .
1956	<i>MIT</i>	Criação do primeiro computador totalmente transistorizado.
1959	<i>Hudson da Boeing</i>	Criação do termo <i>Computer Graphics</i> .
Final da década de 1950	<i>Universidades e empresas norteamericanas</i>	Utilização inicial de computadores para testes de ideias e de novas aplicações.
1960		Lançamento do primeiro computador comercial <i>DEC PDP-1</i> .
1961	<i>MIT</i>	Criação do primeiro jogo de computador (<i>Spacewars</i>) para o computador <i>DEC PDP-1</i> .
1963	<i>Sutherland</i> <i>Englebart</i> <i>Zajak</i> <i>Coons</i>	Apresentação do sistema de desenho interativo de primitivas gráficas 2D baseado em caneta luminosa. Invenção do dispositivo de interação mouse. Produção nos laboratórios da <i>Bell</i> do primeiro filme gerado no computador (imagens formadas de linhas e texto). Surgimento do primeiro sistema comercial CAD (<i>DAC-1</i>). Invenção da teoria de representação de superfícies curvas através de retalhos baseados em aproximações polinomiais.
1965	<i>Roberts</i>	Criação de algoritmo de remoção de partes invisíveis de segmentos de reta e introdução da noção de coordenadas homogêneas na representação geométrica de objetos.
1966		Lançamento no mercado do primeiro console caseiro de jogos <i>Odissey</i> e o

		surgimento da primeira empresa de produção computacional de animações e efeitos especiais (MAGI).
1967	Rougelet	Criação do primeiro simulador de voo interativo da NASA.
1968		Fundação da Intel.
1969	MAGI	Produção para a IBM do primeiro comercial baseado em técnicas de computação gráfica. Criação entre os grupos da ACM o <i>Special Interest Group on Graphics SIGGRAPH</i> .
	BELL LABS	Nascimento da ARPANET, rede precursora da Inthernet. Construção da primeira matriz de pixels.
1972	Kay (Xerox PARC) Brunell	Produs o computador gráfico Alto. Fundador da empresa ATARI.
1973	Metcalf	Desenvolvimento da tecnologia Ethernet e edição do primeiro livro (Newman e Sproull) que aborda o detalhamento dos algoritmos e métodos da computação gráfica.
1974	Catmull	Desenvolvimento do algoritmo Z-Buffer.
1977	Academia de Artes e Ciências Cinematográficas de Hollywood	Criação da categoria de Oscar de Efeitos Especiais.
1979	Lucas	Contratação de Catmull, Smith e outros para uma nova empresa denominada Lucas Film.

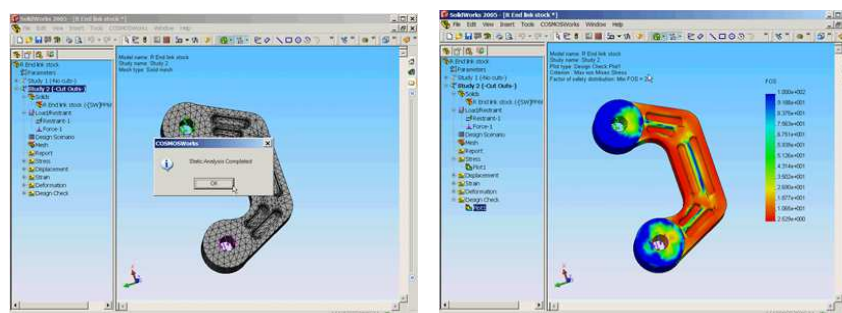
Fonte: Adaptado de Azevedo e Conci (2003)

Bürdek (2010) atesta que os cientistas culturais apontaram na história da civilização ocidental duas revoluções tecnológicas: i) a descoberta da tipografia no século XV e o desencadeamento da impressão dos livros; e, ii) a distribuição em massa, desde a década de 1980, do computador pessoal (PC). Ainda que a mudança da linguagem analógica para a digital não se limita apenas à implementação de uma nova ferramenta tecnológica, mas, sobretudo, segundo o autor “uma verdadeira revolução cultural”, Bürdek (2010, p.401-3).

Com todos os avanços verificados na CG, especialmente, nas plataformas CAD, durante décadas, a projeção se serviu de sistemas extremamente rígidos e inflexíveis. Vários fabricantes de aplicativos informatizados de Desenho Auxiliado ao Computador idealizaram sistemas que necessitavam de dados e informações extremamente numéricos, técnicos e operacionais, baseados em geometrias plana e espacial, repletos de restrições. Tais aplicativos não permitiram versatilidade, mudanças e intervenções rápidas uma vez que as dimensões e valores informados aos sistemas dificultaram os processos que envolvem maior liberdade sem perder a precisão necessária.

Azevedo e Conci (2003) afirmam que na atualidade tudo que se pode imaginar por alguém a CG pode reproduzir e gerar, até mesmo, nos casos em que “a imagem real não é suficiente ou mesmo inviável, a imagem sintética toma o seu lugar como, por exemplo, os níveis de ruídos, de iluminação ou de radiação”, Azevedo e Conci (2003, p.8-9), como exemplifica a Figura 121.

Figura 121: Modelo CAD para análise da Engenharia e teste mecânico para validação



Fonte: Forti (2005)

Os autores Azevedo e Conci (2003) apresentaram ainda o Quadro 27, bastante elucidativo, contendo uma síntese de algumas áreas e como a CG pode estar inserida de algum modo.

Quadro 27: Relação estabelecida entre diversas áreas com a CG.

Áreas	Intervenção da computação gráfica
Arte	Efeitos especiais, modelagens criativas, esculturas e pinturas.
Medicina	<i>Exames, diagnósticos, estudo, planejamento de procedimentos.</i>
Arquitetura	Perspectivas, projetos de interiores e paisagismo.
Engenharia	<i>Em todas as áreas (mecânica, civil, aeronáutica etc.).</i>
Geografia	<i>Cartografia, GIS, georreferenciamento, previsão de colheitas.</i>
Meteorologia	<i>Previsão do tempo, reconhecimento de poluição.</i>
Astronomia	Tratamento de imagens, modelagem de superfícies.
Marketing	<i>Efeitos especiais, tratamento de imagens, projetos de criação.</i>
Segurança Pública	<i>Definição de estratégias, treinamento, reconhecimento.</i>
Indústria	<i>Treinamento, controle de qualidade, projetos.</i>
Turismo	Visitas virtuais, mapas, divulgação e reservas.
Moda	<i>Padronagens, estamparias, criação, modelagens, gradeamentos.</i>
Lazer	<i>Jogos, efeitos em filmes, desenhos animados, propaganda.</i>
Processamento de dados	<i>Interface, projeto de sistemas, mineração de dados.</i>
Psicologia	<i>Terapias de fobia e dor, reabilitação.</i>
Educação	<i>Aprendizado, desenvolvimento motor, reabilitação.</i>

Fonte: Azevedo e Conci (2003)

Um exemplo da evolução e da profundidade da CG, resultado das novas tecnologias na influência da vida das pessoas pode ser relatado no exemplo do aplicativo *Second Life* encontrado no seu sítio oficial¹⁶. Inicialmente, foi lançado para ser um jogo em tempo real – *on-line*, mas a sua adesão foi tamanha que passou por modificações tomando outra dimensão e envergadura, como mostra a tela do programa na Figura 122.

Figura 122: Imagem da tela do *Second Life*.



Fonte: <http://www.baixaki.com.br/download/second-life.htm>

O *Second Life* passou por cerca de dez anos de desenvolvimento e aprimoramentos quando, em 2003, a sociedade planetária teve acesso às suas inovações. O indivíduo pode criar um personagem – *avatar* – e cadastrar-se na página da *internet*. Posteriormente, baixa o aplicativo em seu computador e assume sua “segunda vida”. Tudo aquilo que alguém tem vontade de fazer e não pode ou não se enquadra nos padrões da vida real e da sua própria vida, na sua vida paralela do *second life*, há possibilidade de experimentação. Inclusive, há uma moeda virtual que pode ser

¹⁶ Página Oficial do Second Life: <<https://secondlife.com/?lang=pt-BR>>

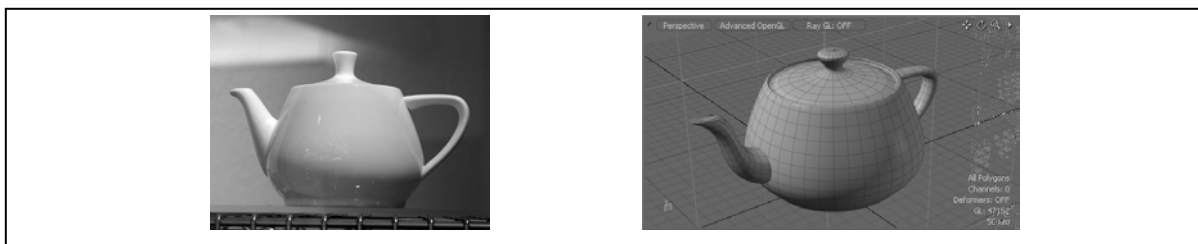
trocada pela moeda real. As pessoas podem fazer compras e realizar investimentos e transações comerciais distintas da sua vida real. Depoimentos, entrevistas ou documentários encontrados na página oficial do *YouTube* apontam que determinadas pessoas deixam de viver sua vida real chegando a jogar seis a oito horas por dia no *second life*.

Determinados especialistas como psicólogos, psiquiatras, sociólogos, antropólogos, entre outros profissionais, estudam o programa, inclusive, experimentando-o para buscar entendimento sobre o comportamento das pessoas ou pacientes, pois elas podem desenvolver personalidades diferenciadas das suas originalmente. Por exemplo, no caso do indivíduo adquirir produtos e serviços no *second life* o que essa prática pode ser prejudicial para sua verdadeira personalidade? Até que ponto, a riqueza, o luxo, a ostentação, as posses, os bens ou o consumo de um *avatar* são frustrantes ao voltar ao mundo real e se deparar com a vida sem essas impressões virtuais? Como compreender a relação das necessidades satisfeitas com bens virtuais diferentemente dos bens materiais e físicos?

[...] O *Second Life* é um mundo virtual. Não, o *Second Life* é um mundo digital, 3D e *on-line*: imaginado, criado e mantido por seus residentes. Mas olha só, tem mais: autoridades de respeito definiram o *Second Life* como um metaverso. Deu para entender? Tudo ao mesmo tempo? Todas as declarações acima são verdadeiras. O *Second Life* é basicamente tudo que você quiser que ele seja. Afinal, a vida virtual é sua e você faz dela o que bem entender. [...] A lista de atividades possíveis é do tamanho da sua imaginação. RYMASZEWSKI et al (2007, p.4)

Para Bürdek (2010), no campo do Design Industrial, as novas tecnologias foram reconhecidas como instrumento de inserção no cenário projetual, entre as novas relações de interação e de interfaces e a promessa das inúmeras aplicações gráficas. Nesse sentido, os novos espaços de ação para o projeto de *hardware* e do *software* assumem complexidades cada vez maiores envolvendo as relações entre a tecnologia, as pessoas, as áreas e os artefatos, como ilustra a Figura 123 demonstrando aplicação com o computador.

Figura 123: Projeto do estudante *Martin Newell* (1974), Universidade de *Utah*.



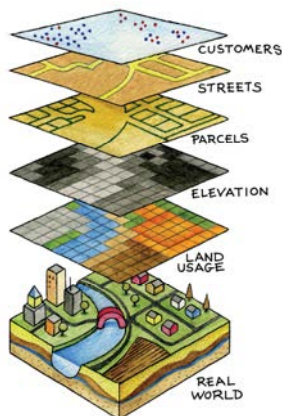
Fontes: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Original_Utah_Teapot.jpg;

<http://docs.luxology.com/modo/701/help/pages/modotoolbox/Tools/Teapot.html>

Menegotto (2000) já apontava, àquela época, que estava acontecendo, nas últimas quatro décadas, uma revolução tecnológica. Muitos *hardwares* e *softwares* informatizados foram desenvolvidos interferindo diretamente no cotidiano. Um exemplo clássico refere-se ao GIS (*Geographic Information System*), vide a Figura 124, sobre informações e dados espaciais e de localização geográfica absorvida por várias áreas, entre elas a arquitetura e a engenharia. Os

setores produtivos sentiram esta mudança quando perceberam que as máquinas de fabricação tradicionais deveriam se interligar aos computadores e aos aplicativos de CAD, CAE, CAM, quando receberiam os arquivos digitais com as informações a serem processadas. De acordo com este autor, o desenho inicialmente concebido em bases gráficas, aos poucos foi evoluindo para um sistema mais inteligente visando auxiliar nas tomadas de decisão de projetos. Para esse autor, no futuro, não seria tão importante se os modelos computadorizados se configuram bi, tridimensional ou esquemático, mas o nível de inteligência proporcionada por eles durante a projeção.

Figura 124: Esquema de funcionamento multicamadas do GIS



Fonte: <http://2012books.lardbucket.org/books/geographic-information-system-basics/s05-03-geographic-information-systems.html>

Somente durante as últimas décadas, devido a aperfeiçoamentos tecnológicos, verificou-se o aparecimento de novas plataformas CAD onde os desenvolvedores de aplicativos melhoraram drasticamente as interfaces gráficas, mantendo a precisão geométrica, diminuindo as restrições e aumentando a liberdade de criação e rapidez durante a concepção das formas.

De acordo com Bonsiepe (2011), as novas tecnologias reduziram drasticamente o tempo de projeção:

Os projetos, que antes requeriam um grande investimento de tempo, hoje podem ser produzidos digitalmente com mais rapidez. Essa constatação não significa que a atual aceleração na realização dos projetos produza também uma aceleração na formação de inteligência visual. A digitalização abriu perspectivas fascinantes para o *design*, com aplicação das mídias digitais baseadas no tempo [...] animações interativas e a visualização de processos. BONSIEPE (2011, p.213)

Segundo Pipes (2010), essa nova tecnologia é conhecida por Programação Orientada a Objeto (OOP), onde os usuários determinam a forma dos conceitos e ficam menos dependentes das fórmulas computacionais e dos sistemas rígidos convencionais. Portanto, os novos sistemas CAD – modeladores sólidos paramétricos – permitem o registro histórico da evolução das formas contido em “árvores” divididas em blocos de procedimentos realizados, onde as intervenções impostas pelo usuário interferem nos demais objetos que possuem relações previamente estabelecidas sem desperdiçar o que já fora construído anteriormente.

Além disso, aplicativos como o *Solidworks*, o *Pro Engineer*, o *Catia*, dentre outros, permitem também fazer diversas simulações como resistências de materiais, aumento de temperatura, desempenho de soldas entre outras aplicações inerentes aos processos de fabricação. Alencar et al (2010), por exemplo, demonstram como o programa computacional *Solidworks* pode proporcionar atividades pedagógicas e de ensino na área de design.

Silva (2011) enumera alguns exemplos de programas CAD/CAE/CAM associando-os às suas aplicações, como ilustra o Quadro 28:

Quadro 28: Classificação de softwares CAD.

Desenvolvedor	Aplicativo	Especialização	Aplicação	Abrangência	Observações
Dassault Systèmes	Catia	PDP	Horizontal	CAD/CAE/CAM	Reconhecido como High-End
	SolidWorks	PDP	Horizontal	CAD/CAE/CAM	Reconhecido como High-End
	Icem Surf	Desenho	Vertical	CAD	Especializado em criação de superfície Classe "A"
Missler	TopSolid Design	PDP	Horizontal	CAD/CAM	Possui outros módulos específicos de CAM que se integram a ele
Siemens PLM	NX	PDP	Horizontal	CAD/CAE/CAM	Reconhecido como High-End
	Solid Edge	PDP	Horizontal	CAD/CAE	Parte da ferramenta Velocity Series deste PLM
Autodesk Inc.	Alias Studio Design	Desenho	Vertical	CAD	Possui dois módulos, o Surface e o Automotive, especializados em desenho automotivo e superfícies Classe "A"
	Autocad	Desenho	Horizontal	CAD	Software CAD mais comum e conhecido
	Mechanical Desktop	PDP	Vertical	CAD/CAE/CAM	Especializado em peças mecânicas
McNeel	Rhinoceros 3D	Desenho	Vertical	CAD	Muito aplicado a diversos setores do Design Industrial
PTC	Pro/Engineer	PDP	Horizontal	CAD/CAE/CAM	CAD mecânico genérico
Delcam	Power Shape	PDP	Horizontal	CAD/CAM	
Bentley Systems	Microstation	PDP	Horizontal	CAD/CAE	Software adotado pela Petrobrás em seus projetos
Google	SketchUp	Desenho	Horizontal	CAD	Utilizado sobretudo para criar facilmente modelos arquitetônicos em 3D
Ashlar-Vellum	Cobalt	PDP	Horizontal	CAD/CAE/CAM	Reconhecido como Mid-End

Fonte: Silva (2011)

Morris (2010) esclarece como funciona o princípio dos aplicativos parametrizados, algumas das vantagens e características desses potentes modeladores tridimensionais:

Um *design* e suas características podem ser definidos por diversos parâmetros-chave, como altura ou peso. Se essas características estão conectadas, é possível alterar um design inteiro mudando apenas um dos parâmetros. Supondo, por exemplo, que a profundidade de um produto deva ser a metade de sua altura, alterar sua altura irá automaticamente mudar a profundidade. Esse princípio significa considerar CAD uma técnica poderosa de modelagem orientada para características (em vez de geometria). Ou seja, é possível usar bibliotecas de peças com características padrão e economizar tempo no processo de *design*, o que possibilita a realização de mudanças em desenhos CAD de modelos sólidos sem precisar começar novamente no caso de um *design* exigir alterações.

Isso também oferece ao *designer* a chance de produzir rapidamente *designs* fora do padrão para atender às exigências específicas do cliente, ou de gerar *designs* utilizando conexões matemáticas interessantes. MORRIS (2010, p.144)

Forti (2005) investigou a necessidade da adoção da prototipagem digital nos principais cursos de Design de Produto, do estado do Rio de Janeiro, a saber, da ESDI, da EBA e da PUC-Rio, com o intuito de atendimento das necessidades empresariais e mercadológicas. Em tempo, refletiu sobre as condições infraestruturais das unidades de ensino superior e apontou propostas de melhorias para essa problemática.

Bürdek (2010) afirma que a rápida disseminação da microeletrônica nos anos 1990 resultou em uma paradigmática mudança nos processos de projeto, de construção e de produção. Especialmente, no que se refere às “técnicas C” (quer dizer, assistidas por computador: por exemplo, simulações, construções digitais, prototipagem e a produção customizada em massa) as quais modificaram os processos de trabalho durante o projeto, de forma fundamental.

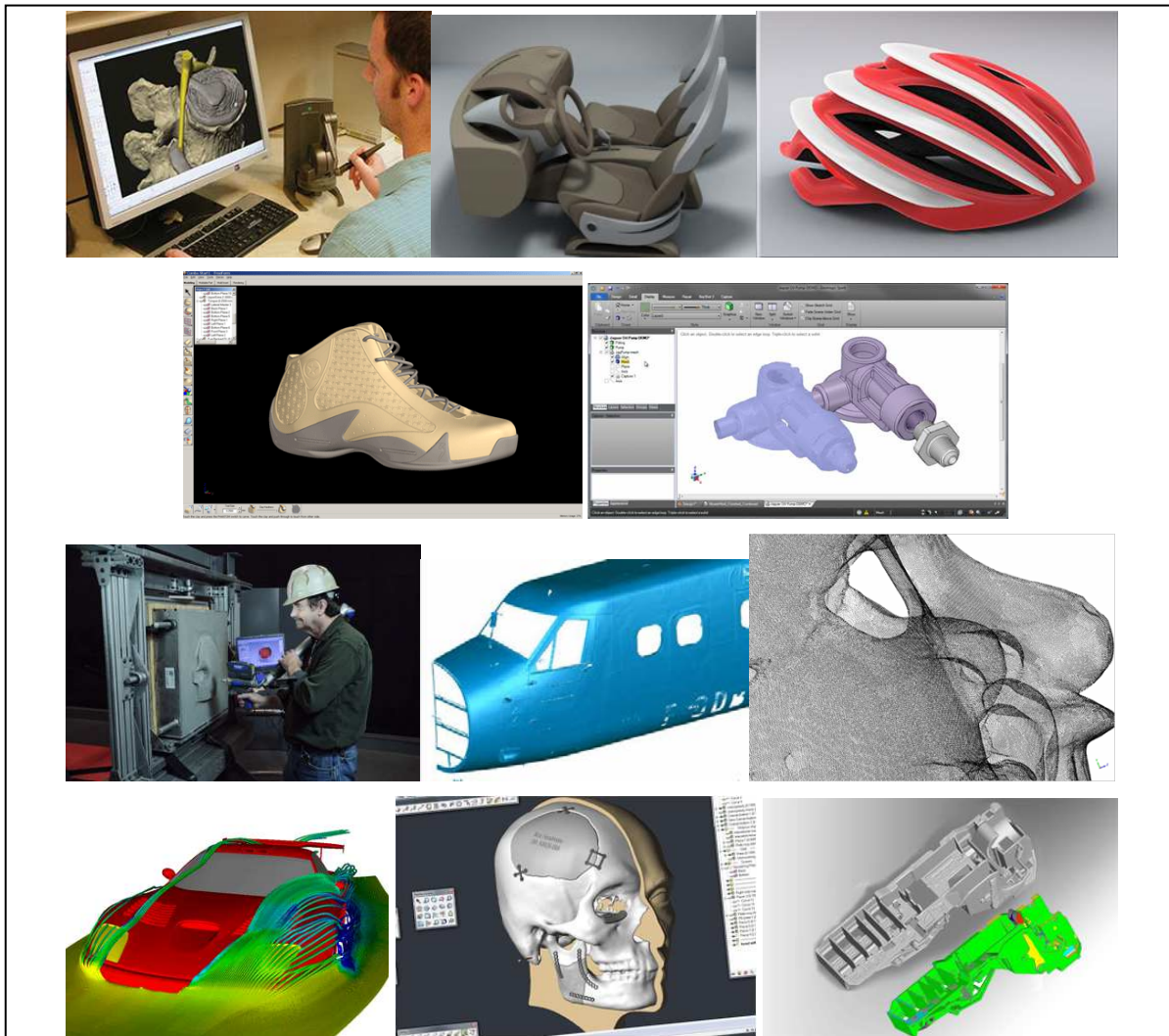
Do mesmo modo, este mesmo autor também afirma que foi reconhecido também de forma muito rápida que se abriam novas possibilidades para a área projetual. Os cientistas econômicos americanos *Michael J. Piore* e *Charles F. Sabel* (1985) descreviam, muito cedo e de forma visionária, que as correntes de processo permitiam a produção de produtos para um único consumidor. O princípio da individualização – atualmente nomeada de produção customizada em massa – abriria novas possibilidades para a área. Estas possibilidades são utilizadas em diferentes campos de produtos: de camisas a *jeans* individualizados, automóveis (do *Smart*, por exemplo, podem ser feitas mais de 10.000 variantes específicas para clientes) ou móveis feitos por CNC, onde a computação modificou o processo de projeto de forma definitiva.

Com essas mudanças na introdução das tecnologias de computador exigem, por um lado, o paralelismo dos processos de projeto, construção de modelos, prototipagem e produção e, por outro, promovem, desde meados dos anos 1990, uma rede onde há novas possibilidades de envolver o usuário no processo de projeto. Desta forma, pode-se gerar produtos individualizados via rede mundial *internet*, que serão conduzidos para locais de produção descentralizados, ali produzidos e entregues diretamente aos clientes. Neste caso, reduz-se a armazenagem, longos transportes são evitados – no total um processo de produção ecologicamente correto, Bürdek, (2010).

Um exemplo significativo desses avanços da CG e das plataformas CAD, CAE e CAM refere-se a empresa que desenvolveu um pacote denominado *Geomagic* contendo ferramentas 3D para aplicações distintas com as versões *Claytools*, *Freeform*, *Freeform Plus*, *Design*, *Design Direct*; o pacote para digitalização contendo as versões *Design X*, *Studio* e *Wrap*; o pacote para inspeção com as versões *Verify* e *Control*; além das ferramentas hápticas contendo as versões *Touch*, *Touch X*, e *Phantom Premium* as quais simulam, virtualmente, entre outras atividades, a reprodução do ato de esculpir blocos de matérias-primas como fazem os escultores. A diferença é que um periférico háptico 3D realiza todas as operações semelhantes ao programa clássico *Photoshop*, da *Adobe*, no entanto, tudo em 3D. Em seguida é possível gerar impressões 3D daquilo concebido na tela. A ferramenta háptica *Geomagic* vem sendo utilizada para diversas finalidades envolvendo comércio, pesquisa e ciência nas áreas da robótica, montagem virtual, detecção de colisões, treinamentos,

modelagem molecular, reabilitação, manipulação nanomolecular, modelagem 3D, entretenimento, deficientes visuais, realidade virtual, desenvolvimento de artefatos de consumo, medicina e outros. A Figura 125 refere-se ao exemplo da empresa 3D Systems.

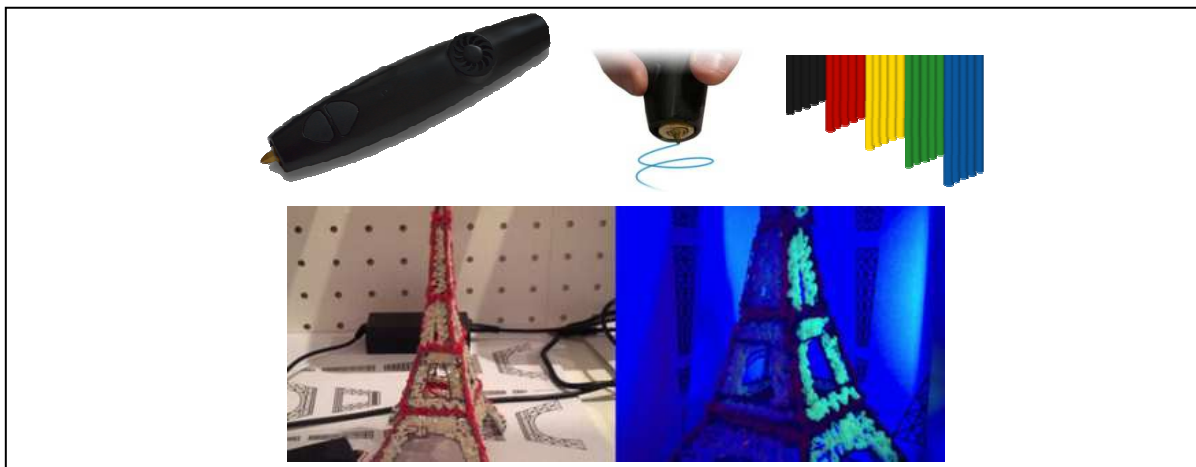
Figura 125: Aplicações da ferramenta Geomagic da 3D systems.



Fonte: <http://www.geomagic.com/en/>

Outro exemplo do quanto evoluiu a CG, seus periféricos e a contribuição para o processo criativo e projetual refere-se à tecnologia 3Doodler. Com ela é possível construir formas físicas a partir de uma ferramenta similar a uma caneta a qual, por processo de extrusão, expulsa filamentos poliméricos os quais endurecem rapidamente em contato com o ar proporcionando a estabilização da estruturação das formas, como se pode verificar na Figura 126.

Figura 126: Tecnologia 3Doodler



Fonte: <http://www.the3doodler.com/>

Por conseguinte, para se ter acesso e utilizar-se da CG é necessário o conhecimento e a disponibilidade dos dispositivos e periféricos de entrada e de saída, de informações conectados ao computador, os quais servem de “extensões” de partes do corpo humano (membros inferiores e superiores, cabeça e tronco) ou de órgãos sensitivos (olhos, nariz, ouvidos e boca) onde transmitem as informações ao cérebro além de proporcionarem a comunicação com a máquina ou aos sistemas artificiais. Optou-se por discriminar os dispositivos de entrada e de saída, no item 2.3.4 *Realidade Virtual*, para evitar repetições e redundâncias uma vez que a RV, por ser um desdobramento da CG, utiliza-se de modo mais sofisticado também de inúmeros recursos dela.

A ER, além dos aplicativos 2D e 3D, costuma se apropriar da CG a partir de outras inovações tecnológicas verificadas, principalmente: *i) na Digitalização 3D; ii) na Prototipagem Rápida; iii) no Molde Rápido iv) na Manufatura Rápida;* ou com as novas tecnologias ainda em processo de difusão tais como: *v) na Realidade Virtual e Aumentada; e, vi) na Holografia.*

2.3.2 Digitalização 3D: a captura da matéria física transformada em virtual

Segundo Alencar (2010), no seu estudo de pós-graduação, esclarece que a digitalização 3D faz parte de um dos maiores desafios da revolução tecnológica no campo da CG uma vez que associa conhecimentos teórico-práticos acerca da visão computacional, do processamento e edição de imagens, da geometrização e modelagem, da visualização e do desenvolvimento de sensores – ópticos, de contato ou ultrassônicos. A digitalização 3D tem um papel importante na reconstrução e recuperação tridimensional de objetos a partir de diversas áreas como é o caso das Engenharias, Arqueologia, Arquitetura, Patrimônio Histórico, Artes e Educação, Medicina, Design Industrial dentre outras. O autor reitera que três etapas são inerentes ao processo de reconstrução tridimensional a partir da digitalização 3D e que se resumem em: *i) aquisição dos dados de elevação da superfície; ii) o processamento dos dados; e, iii) a própria reconstrução com precisão absoluta.*

Para Lima (2003), “o conceito de digitalização abrange principalmente o aspecto de capturar informações com base em pontos em um espaço 3D. O espaço onde o modelo físico encontra-se é

referenciado a um sistema de coordenadas cartesianas”, Lima (2003, p.23). A autora reuniu três principais conceitos sobre a digitalização, conforme o Quadro 29.

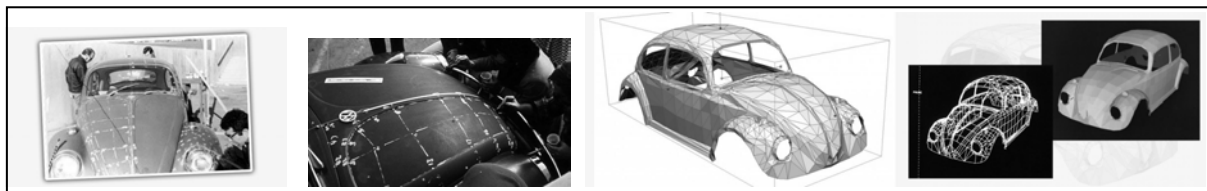
Quadro 29: Conceituação sobre a digitalização 3D.

Autor	Conceituação
Dong-Fan (1996)	A digitalização é o processo de captura de coordenadas de pontos das superfícies da peça. O resultado do processo de digitalização é uma nuvem de pontos 2D ou 3D, armazenados como uma imagem.
Champ (1994)	A digitalização a <i>laser</i> é um método rápido e eficiente para a engenharia reversa de superfícies complexas. A técnica é muito utilizada em modelos como <i>clay</i> (argila) e espuma. Imagens por alcance, ou <i>range images</i> como são conhecidas, são capturadas usando esta técnica e podem criar cópias em escala ou auxiliarem na construção do modelo CAD 3D.
Boehler (2001)	Um <i>scanner</i> 3D ou equipamento de digitalização registra coordenadas 3D de números pontos sobre a superfície de um objeto em um período de tempo relativamente curto.

Fonte: Lima (2003)

A tecnologia de transmitir dados físicos para o meio virtual e digital parece ter suas origens mais remotas que se pareça. De acordo com Torchinsky (2013), Ivan Sutherland em seu laboratório, na Universidade de Utah, juntamente com seus alunos realizaram o primeiro mapeamento de vários pontos do automóvel Fusca podendo gerar a primeira malha poligonal gráfica 3D por captura de *nuvem de pontos* apenas com régua e tintas. Os dados de cada ponto foram lançados e os softwares de Sutherland conseguiram gerar a capa aramada do automóvel e as primeiras investigações sobre renderizações no ano de 1972, vide exemplos da Figura 127. Somente anos após com os programas mais sofisticados foi possível a geração aprimorada da modelagem do objeto.

Figura 127: Experiência de *Sutherland* (1972) com malhas poligonais complexas.



Fonte: <http://www.jalopnik.com.br/o-primeiro-objeto-real-modelado-em-3d-foi-um-fusca/>

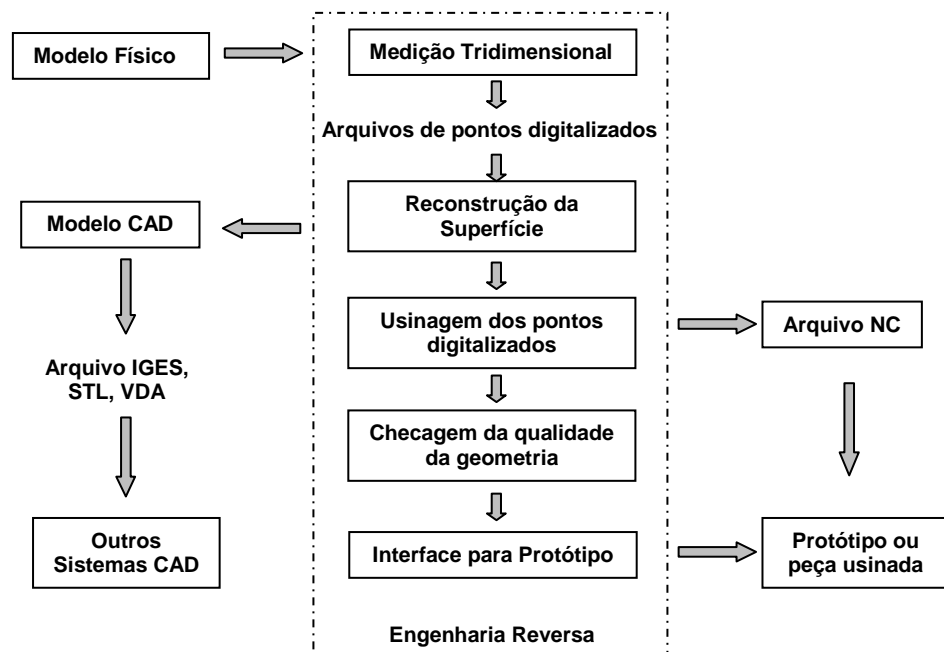
Portanto, a digitalização consiste, basicamente, da possibilidade de aquisição de todos os pontos de uma estrutura tridimensional, distribuídas no espaço de modo organizado, desencadeando subsídios para a recuperação e reconstrução das estruturas digitalmente em três dimensões. O modelo virtual é uma simulação da estrutura real e serve para realizar estudos, análises e investigações que não impliquem na perda das estruturas uma vez que o modelo virtual pode ser facilmente resgatado.

Alguns pesquisadores e estudiosos como *Puntambekar* (1994), *Dong-Fan* (1996), *Tai* (2000) ou *Christensen* (2000) associam, tendenciosamente, a ER, exclusivamente, à digitalização e ao uso das novas tecnologias digitais como cita e corrobora Lima (2003) ao ilustrar na Figura 128.

O ciclo completo da Engenharia Reversa até o produto final é composto por cinco estágios: a medição tridimensional, a reconstrução da superfície, a

usinagem dos pontos digitalizados, a checagem da qualidade da geometria e a interface para protótipo. LIMA (2003, p.8)

Figura 128: O ciclo de trabalho da ER



Fonte: Lima (2003): extraído de Chen Dong Fan (1996)

Alencar (2010) estabelece as seguintes recomendações para se fazer estudos adequados com as técnicas de digitalização tridimensional: i) especificar e calibrar os sensores utilizados; ii) definir os tipos e a natureza das superfícies que podem ser reconstruídas com o uso desses sensores; iii) definir as relações geométricas entre sensor(es) e superfície; iv) definir a natureza do ambiente de aquisição dos dados (condições controladas ou não); v) definir a taxa de amostragem para aquisição dos dados e; vi) definir os pré-processamentos necessários para tratar esses dados. Quanto à plataforma de uso recomenda-se, ainda, que se configure genérica e bastante flexível, com versatilidade para reaplicar em novas situações, além de permitir a averiguação de modo preciso com as situações reais.

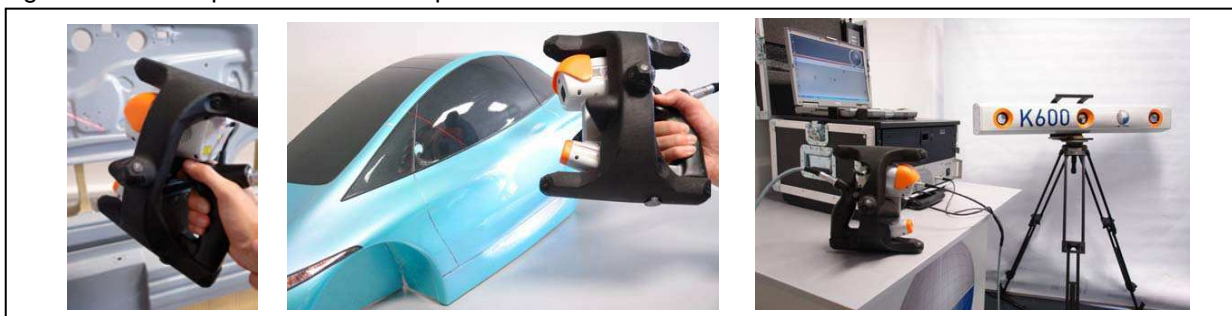
Os princípios que fundamentam a CG, adotadas pela ER *high tech*, segundo Raposo (2007) apud Alencar (2010) estão associados a:

- **Síntese de imagens:** produzir imagens a partir de primitivas geométricas (círculos, linhas, pontos, etc.);
- **Processamento de imagens:** engloba operações realizadas sobre uma imagem para análise, compressão, detecção de padrões não perceptíveis ao olho humano. Essa área está ligada à área de processamento de sinais;
- **Visão computacional:** Estima primitivas geométricas e obtém dados a partir de uma imagem;
- **Modelagem geométrica:** trata da representação computacional de formas geométricas, seu tratamento, recuperação de informações e características. Raposo (2007) apud ALENCAR (2010, p.23)

Sob a ótica da ER a partir do uso das novas tecnologias virtuais Lima (2003) ao citar Puntambekar (1994) esclarece que se consiste basicamente de duas etapas: a) digitalização do produto; e, b) criação do modelo CAD a partir dos dados digitalizados.

Um dos equipamentos mais importantes da digitalização tridimensional refere-se aos escâneres 3D, como exemplifica a Figura 129. Sem, estes, se torna impraticável, a reprodução das estruturas em plataformas digitais, ao menos no que tange a rapidez aliada à precisão. Analogamente, às versões 2D esse equipamento serve para capturar os pontos das estruturas, transformá-los em malhas e transferi-los para uma plataforma que reconstrói virtualmente o objeto de estudo em análise.

Figura 129: Exemplo de escâner 3D portátil



Fonte: <<http://www.metris.com>>

A qualidade resultante do modelo virtual é diretamente proporcional à densidade dos pontos, às estratégias adotadas para a captura dos pontos e ao uso de modelos matemáticos eleitos para o processo. Uma vez visualizados em aplicativos 3D compatíveis, os modelos digitais podem sofrer rapidamente alterações, incrementos, eliminações, transformações etc., além de receberem enriquecimentos visuais quanto aos aspectos de sombras, reflexos, brilhos, cores, texturas, iluminações e, assim por diante; e, por fim, simulações como animações gráfico-ambientais, de deslocamentos, de comportamentos, de reações, ensaios e testes dentre outros.

Araújo (2010), por sua vez, ao discordar de Lacerda (2009) e Lima (2003), em sua dissertação de mestrado, associa a reconstrução tridimensional e, por conseguinte, a digitalização 3D ao recurso que pode ser explorado pela ER cujo objetivo está relacionado ao exame e entendimento de atributos da engenharia a partir de um determinado produto. Não compete a ER a geração exclusiva do modelo virtual. Para a ER o modelo digital é apropriado da reconstrução tridimensional obtido na CG, por intermédio dos escâneres 3D a laser, obtenção da forma por sombreamento, imagem tomográfica entre outras. A partir disso é que as técnicas de ER podem ser submetidas aos modelos digitais, em plataformas CAD/CAE/CAM, os quais podem sofrer simulações em laboratórios de testes e ensaios ou permitir análises apuradas sobre características, propriedades, comportamentos e reações diante de cenários fictícios.

Silva et al (2010) esclarecem que existem vários procedimentos diferentes com base em tecnologias distintas para se produzir digitalização 3D:

Para Freitas (2006), existem diversos sistemas de digitalização tridimensional, dentre os quais podem ser citados: triangulação por laser, triangulação por cores, fotogrametria digital, fotogrametria por fotografias digitalizadas, radar laser, tomografia, tunelamento, luz infravermelha com CCD linear e sensor conoscópico a laser. SILVA et al (2010, p.02)

Estes autores dão destaque a três tipos desses sistemas: i) a *Digitalização com Scanner Fixo, Laser de Ponto (sensor conoscópico)*; ii) a *Digitalização com Scanner Móvel, Laser de Linha (triangulação)*; e, iii) a *Digitalização Tridimensional Baseada em Fotografia (fotogrametria)*.

Araújo (2010) enriquece essa discussão apresentando dois quadros comparativos entre as principais técnicas de reconstrução tridimensional extraídos e adaptados de Sansoni et al (2009), mediante os Quadros 30 e 31.

Quadro 30: Classificação de técnicas de reconstrução 3D.

	Triangulation	Time delay	Monocular Images	Passive	Active	Direct	Indirect	Range	Surface Orientation
Laser triangulators	X				X	X		X	
Structured light	X				X	X		X	
Stereo vision	X			X		X		X	
Photogrammetry	X			X		X		X	
Time of Flight		X			X	X		X	
Interferometry		X			X	X		X	
Moiré fringe range contours			X		X		X	X	
Shape from focusing			X	X	X		X	X	
Shape from shadows			X		X		X	X	
Texture gradients			X	X			X		X
Shape from shading			X		X		X		X
Shape from photometry			X		X		X		X
Shape-from-silhouette	X			X		X		X	
Computer tomography	X				X	X			

Fonte: Araújo (2010) adaptação de SANSONI et al (2009).

Quadro 31: Comparação entre as técnicas de reconstrução 3D.

Tecnologia	Pontos fortes	Pontos fracos
Trianguladores à laser	- Relativamente simples; - Performance geralmente independente da luz ambiente; - Alto nível de aquisição de dados.	- Problemas de segurança associados ao uso de fonte laser; - Volume de alcance e medição limitados; - Perda de dados por oclusões e sombras; - Custo.
Luz estruturada	- Alto nível de aquisição de dados; - Volume de medição intermediário; - Performance geralmente dependente da luz ambiente.	- Problemas de segurança quando baseados em laser; - Relativamente complexo computacionalmente; - Perda de dados por oclusões e sombras; - Custo.
Visão estéreo	- Simples e barato; - Precisão alta para objetos bem definidos.	- Computacionalmente custoso; - Cobertura de dados esparsa; - Limitado para cenários bem definidos; - Baixo nível de aquisição de dados.
Fotogrametria	- Simples e barato; - Precisão alta para objetos bem definidos.	- Computacionalmente custoso; - Cobertura de dados esparsa; - Limitado para cenários bem definidos; - Baixo nível de aquisição de dados.
Tempo de vôo	- Distância de medida de médio para grande; - Bom nível de aquisição de dados; - Performance geralmente independente da luz ambiente.	- Custo; - Precisão inferior ao da triangulação em pequenas distâncias.
Interferometria	- Precisão de Sub-micron para micro-distâncias.	- Capacidade de medida limitada a superfícies quase lisas; - Custo; - Aplicabilidade limitada em ambiente industrial.

Gama de contornos moiré	- Simples e barato; - Pequenas distâncias.	- Limitado para medidas de superfícies suavizadas.
Forma pelo foco	- Simples e barato; - Sensores disponíveis para inspeção de superfícies e microprofilometria.	- Campos de visão limitados; - Resolução especial não uniforme; - Performance afetada pela luz ambiente (quando passiva).
Forma por sombras	- Barato; - Demanda pouca capacidade computacional.	- Baixa precisão.
Gradação de textura	- Simples e barato.	- Baixa precisão.
Forma por sombreamento	- Simples e barato.	- Baixa precisão.
Forma pela silhueta	- Simples e barato; - Precisão relativamente alta para objetos bem definidos; - Pode ser usado para objetos de diferentes tamanhos.	- Performance alterada pela luz ambiente; - Baixa precisão geométrica para objetos com formas côncavas.
Tomografia computadorizada	- Performance independente da luz ambiente; - Alto nível de aquisição de dados; - Permite aquisição da geometria interna dos objetos.	- Custo; - Computacionalmente custoso; - Necessita de instalações específicas; - Problemas de segurança devido à radiação; - Necessita de operador especializado.

Fonte: Araújo (2010) adaptação de SANSONI et al (2009).

Existem vários modelos de escâneres 3D com características, recursos e valores diversificados e fabricados por empresas diferentes. A cada ano surgem novos modelos e opções para todas as finalidades e preferências. Os Quadros 32 a 45 contém alguns desses exemplos:

Quadro 32: Modelos de escâneres 3D da GOM e suas características básicas.



A Gom possui sistemas de digitalização 3D, de metrologia e inspeção óptica de grande precisão. Têm versões totalmente automatizadas, robóticas ou manuais e portáteis capazes de digitalizar peças em dimensão pequena ou grande, simples ou extremamente complexas, com rapidez e alta resolução. São modelos caracterizados por tecnologias de luz azul incorporada com processos fotogramétricos, de eficiência comprovada, digitalização tripla, úteis na engenharia reversa e prototipagem rápida de qualidade e profissionalização. Os custos podem ser elevados, para micro e pequenas empresas, mas tal investimento se mostra necessário e justificável pela relação custo-benefício Linha de produtos: Atos Scan Box, Atos Triple Scan, Atos Core e Atos Compact.

Fontes: <http://www.gom.com/metrology-systems/system-overview/atos-scanbox.html>;

<http://www.vision.fraunhofer.de/de/projekte/552.html>; <http://www.gom.com/metrology-systems/system-overview/atos-core.html>; <http://www.gom.com/metrology-systems/system-overview/atos-compact-scan.html>

Quadro 33: Modelo de escâner 3D da NeoScan e suas características básicas.



A Neoscan possui um sistema de digitalização 3D de alta performance, facilidade de uso, portátil, compacto, grande precisão e resolução, ideal para demandas profissionalizadas de indústrias de engenharia e desenvolvimento de produtos. Custo relativo compatível com o nível de qualidade e resultados obtidos.

Fonte: <http://www.3dscanningservices.net/neoscan-3d-scanners.asp>

Quadro 34: Modelos de escâneres 3D da *Steinbichler* e suas características básicas.



A Steinbichler Optotechnik possui duas opções de digitalização 3d: o Modelo Comet L3D e Comet 5. Uso de tecnologia de iluminação LED com sensor 3D de alto desempenho. Aquisição de dados em ambientes industriais ou não de forma rápida, precisa e fácil. Possibilidade de tomada de dados manuais ou automatizados. Custo relativamente baixo para profissionais autônomos ou empresas de pequeno porte sem comprometimento da qualidade, eficiência e desempenho requeridos.

Fonte: <http://www.3dscanningservices.net/steinbichler-3d-scanners.asp>

Quadro 35: Modelos de escâneres 3D da *Konica Minolta* e suas características básicas.



Os escâneres da Konica Minolta são práticos, compactos, leves e possuem grande velocidade de armazenamento de dados. São munidos de uma tecnologia que reduz a reflectância das superfícies não necessitando a pulverização do tratamento de superfícies. Projetado para ambientes adversos sujeitos a temperaturas elevadas como nos ambientes industriais. Possuem preços compatíveis com o nível de qualidade e prestação dos recursos ofertados.

Fonte: <http://www.3dscanningservices.net/konica-minolta-reverse-engineering-3d-scanning.asp>;

Quadro 36: Modelo de escâner 3D *Kaiomy* e suas características básicas.



Scanner 2D de alta velocidade portátil de alta definição HD, com possibilidade digitalização e verificação de objetos 3D, tamanho A4. Possui limitações de resolução, tamanhos e aplicações 3D.

Fonte: <http://www.kaiomy.com>

Quadro 37: Modelos de escâneres 3D *Creaform* e suas características básicas.



A Creaform possui várias opções de sistemas de digitalização 3D destinadas aos diferentes perfis e finalidades de usuários. Os custos variam de acordo com os modelos e suas características tais como metrologia, inspeção, projeto, engenharia reversa, controle de qualidade, multimídia, entretenimento, porém são produtos de alta qualidade e padrão de exigência no ramo da digitalização 3D. A marca prima em seus modelos por facilidade, praticidade e portabilidade tornando a atividade mais confortável, precisa e eficiente ao mesmo tempo. Linha de produtos: Exa Scan, Ver Scan, Viu Scan, Uni Scan, Max Scan, Go Scan, Metra Scan, Max Shot, Handy Probe, Sensores C-Track.

Fontes: http://www.inspekservices.co.uk/3D_laser_scanner_copy.html;
http://www.computersculpture.com/Pages/Index_Scanning.html;
http://www.flickr.com/photos/creative_tools/5448031046/;
<http://www.deskeng.com/articles/aaashx.htm>;
http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/campaigns/calendar_2010/special.shtml;
<http://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/handheld-portable-3d-scanner-goscan-3d>;
<http://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/portable-3d-scanners>;
<http://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/optical-measuring-systems-maxshot-3d>;
<http://www.creativetools.se/creaform-handyprobe-with-c-track-1480-en>;
http://www.creaform3d.com/newsletters/december2011/index-en-full.html?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=december2011

Quadro 38: Modelos de escâneres 3D *Artec* e suas características básicas.



O Modelo EVA: Leve, prático, fácil de usar, sem calibração demorada, digitalização reconhecendo cores e objetos em movimento, similar a uma câmera filmadora. Scanner de mercado de massa de baixo custo. Ideal para a criação de efeitos especiais, a investigação médica e biomecânicas . Modelos texturizados de Eva podem ser usados em indústrias como a CG/Animação, ciência forense e medicina. O Modelo SPIDER: scanner 3D projetado para usuários de CAD e perfeito para engenharia reversa, design de produto, controle de qualidade, produção em massa e CG. Poderosa ferramenta de desktop para designers, engenheiros e inventores de todo tipo. Ideal para digitalizar peças menores, complexas e detalhadas. Elimina erros de fabricação e mede deformações. Baixo custo se comparado aos recursos disponíveis.

Fontes: <http://www.3ders.org/articles/20120704-eva-3d-scanner-delivers-accurate-color-and-structure-data-without-markers.html>; <http://www.artec.com>

Quadro 39: Modelos de escâneres 3D *Faro* e suas características básicas.



O Modelo Focus: Scanner leve e prático com dados armazenados em cartão SD. Forma de não-contato de medição e documentação usando um laser. O laser, em conjunto com a câmera digital integrada, captura formas precisas, detalhes e geometrias, bem como imagens de cores. As imagens coloridas podem ser sobrepostos pelos pontos de laser, criando uma imagem tridimensional foto-realística 3D. Além disso, plataformas panoramas de 360 graus são criadas. O Modelo Platinum Faro Arm: Braço articulado portátil usado para capturar dados de digitalização 3D e saída do arquivo de nuvem de pontos 3D com engenharia reversa de software ou inspeção. Sensores de câmera dupla coletam dados simultaneamente com rapidez e versatilidade.

Fontes: <http://www.surfaceandedge.com/technology/>; <http://laserdesign.com>

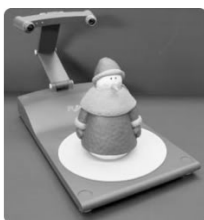
Quadro 40: Modelo de escâner 3D *Maestro* e suas características básicas



Modelo Scanner Dental: Sistema de digitalização 3D voltado para aplicações odontológicas com qualidade e preço. Simples e intuitivamente captura rapidamente os pontos de dados de nuvem de objetos 3D. Os arquivos STL abertos permitem a livre escolha tanto do centro de produção e de aplicações CAD/CAM desenvolvido para o planejamento e construção de cápsulas e pontes.

Fonte: <http://www.maestro3d.com/index.asp?page0=container&page1=hometask0&page2=@hometask1>

Quadro 41: Modelo de escâner 3D *Real View* e suas características básicas.



Modelo Digitalizador 360° 3D: Possui três versões que servem para digitalizar com resolução VGA ou alta resolução voltada para o meio profissional. Dois feixes de lasers capturam todos os ângulos possíveis, em volta de 360°. Sua maior restrição diz respeito ao tamanho do objeto o qual não pode ultrapassar a altura da haste dos lasers. Preço acessível para experiências criativas e de projeto com baixa complexidade.

Fonte: <http://blog.is-arquitectura.es/2009/01/10/escaner-3d-de-escritorio-de-realview/>

Quadro 42: Modelo de escâner 3D *Matterform* e suas características básicas.



Modelo Digitalizador Matterform: Escâner 3D prático, compacto, versátil e portátil. Estrutura e princípio similares ao toca-discos cuja base e leitor se transformam em maleta para transporte seguro. Preço acessível compatível com a relação custo-benefício.

Fonte: <http://www.indiegogo.com/projects/the-matterform-3d-scanner>

Quadro 43: Modelo de escâner 3D *Makerbot* e suas características básicas.



Modelo Digitalizador Makerbot: Equipamento capaz de gerar modelos 3D a partir de uma base giratória e um laser capturando a superfície dos objetos. Custo acessível se comparado a outros similares, mas possui algumas restrições como tamanho e peso dos objetos.

Fonte: <http://gizmologia.com/2013/08/digitizer-escaner-3d-de-makerbot>

Quadro 44: Modelo de escâner 3D *Kinect* e suas características básicas.



Modelo Digitalizador Kinect Window: Similar aos sensores de jogos do Xbox, a Microsoft desenvolveu um modelo de Kinect mais potente capaz de digitalizar em 3D com maior qualidade gráfica e realismo. Alternativa viável para investimento e recurso baixo.

Fonte: <http://www.beforenews.com>

Quadro 45: Modelo de escâner 3D *Apple* e suas características básicas.



Modelo Scanner 3D Ipad: Sensor adaptável para tablet Ipad Apple passível de digitalização 3D. Com capacidade de medir dados de profundidade e oclusão pode combinar objetos de Realidade Aumentada em espaços 3D.

Fonte: <http://www.pcauthority.com.au/News/357763,your-ipad-can-be-a-3d-scanner-with-the-awesome-structure-sensor.aspx>

Optou-se por não se estender minuciosamente na descrição das características, de cada processo de digitalização e das versões disponíveis no mercado, pois se corre o risco da grande dispersão de foco em detrimento ao que seja mais relevante à tese, mesmo porque as versões rapidamente são ultrapassadas por novos modelos mais recentes.

2.3.3 As tecnologias de Prototipagem Rápida (RP)

Segundo Miranda (2009) os protótipos são considerados ferramentas de estudo largamente adotados em projetos. Podem fornecer retroalimentações (quantitativas ou qualitativas) ao projeto, reduzir tempo, custos e investimentos de retrabalho, garantir a qualidade final além de servirem para angariar e captar recursos e financiamentos com investidores em potencial. Devem ser versáteis e prestar atendimento aos objetivos e às características desejadas tanto nos protótipos quanto nos meios adotados para produzi-los.

Sendo assim, a execução de prototipagem faz parte de uma etapa dos métodos projetuais e processos de desenvolvimento de produtos e de artefatos visando à averiguação das soluções projetuais com a conferência dos requisitos e parâmetros de projeto.

Embora se encontre vários empregos da expressão Prototipagem Rápida (*Rapid Prototyping, RP*) associada à Manufatura Rápida (*Rapid Manufacturing, RM*) na literatura optou-se nesse estudo, pelo desmembramento por acreditar-se que possuem diferenças circunstanciais e que podem causar, equivocadamente, dubiedade de interpretações. A convergência das expressões reside, principalmente, no fato de ambas se valerem dos recursos e tecnologias digitais ou virtuais. Entretanto, as diferenças se encontram na aplicação e na finalidade dos resultados esperados. Enquanto os protótipos se prestam para testes e análises antes da produção, a manufatura atende a fabricação, a produção em maior quantidade e aos processos produtivos. Portanto, inicialmente analisaremos os aspectos da Prototipagem Rápida e, a seguir, aqueles pertinentes à Manufatura Rápida.

De acordo com Santos (2009) ao citar Volpato et al (2007) a denominação “Prototipagem Rápida” é bastante incoerente, uma vez que este processo se aplicou, inicialmente, na produção rápida de peças visando uma primeira materialização das ideias – protótipos – durante a execução de projetos. Equivocadamente, este termo fora adotado em detrimento de outros mais apropriados tecnicamente.

Protótipo rápido é o nome dado à técnica de “fatiar” um modelo sólido gerado por computador e imprimir uma forma rígida de cada camada para construir um modelo físico sólido. Isso pode ser feito de várias formas,

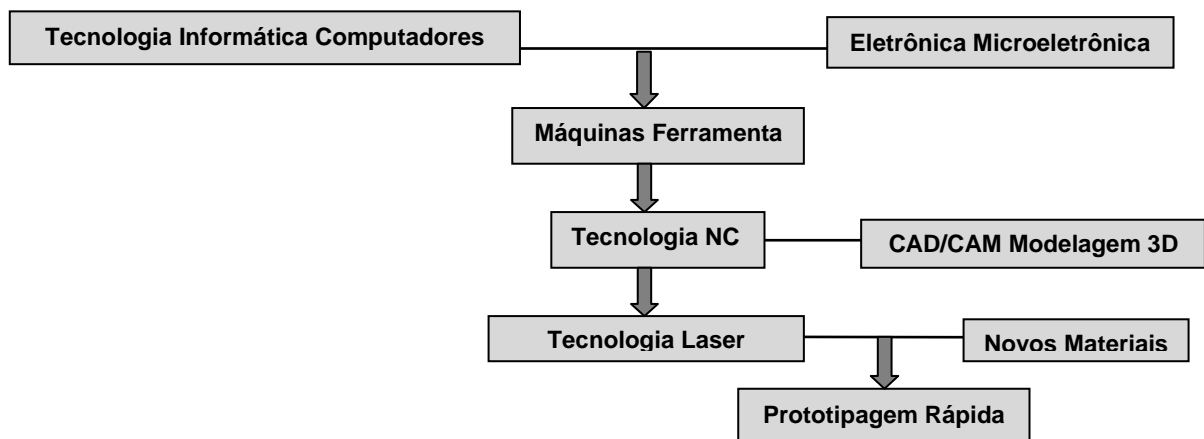
incluindo impressão de camadas em papel, impressão de camadas em goma ou polímero em pó como uma impressora jato de tinta ou aglutinação de resinas ou pós de polímero (ou mesmo metal) usando *lasers*. Cada camada é construída em passos que variam entre 0.25 a 1.00mm de modo que as pequenas emendas são quase imperceptíveis. MORRIS (2010, p.116)

Segundo este mesmo autor a prototipagem rápida possui várias vantagens como: i) inspeção visual de produtos durante o seu desenvolvimento; ii) redesenho mais rápido e revisão instantânea do processo; iii) facilidade de produzir peças de geometria complexa; iv) produção de peças dentro de outras onde somente por essas técnicas isso se torna possível. Assim, “inclui peças dentro de peças, cavidades com acesso limitado, formas interligadas, peças em metal que mudam de fase ou não são homogêneas ou com seções de preenchimento mínimo”, Morris (2010, p.116).

Por muito tempo, tomando como base o processo de industrialização que sofreu a humanidade, desde a Revolução Industrial a execução dos protótipos se fez de modo manual ou mecânico. Somente a partir dos avanços detectados na eletrônica, cibernética e informática, principalmente, após a segunda metade do século XX, a produção dos protótipos recebera insumos dessas áreas proporcionando o que se denomina na atualidade de maquetes eletrônicas. A etapa seguinte dos avanços esteve relacionada à geração de protótipos virtuais ou digitais que passaram a ser tangíveis e físicos, diferentemente, das maquetes eletrônicas “presas” à tela do computador, vide a Figura 130.

Santos (2009), citando Volpato et al (2007) afirma que foi nos anos 1980 que os protótipos virtuais evoluíram por causa da disseminação dos sistemas CAD bi e, principalmente, tridimensionais.

Figura 130: Desenvolvimentos tecnológicos permitindo o surgimento de tecnologias com RP.

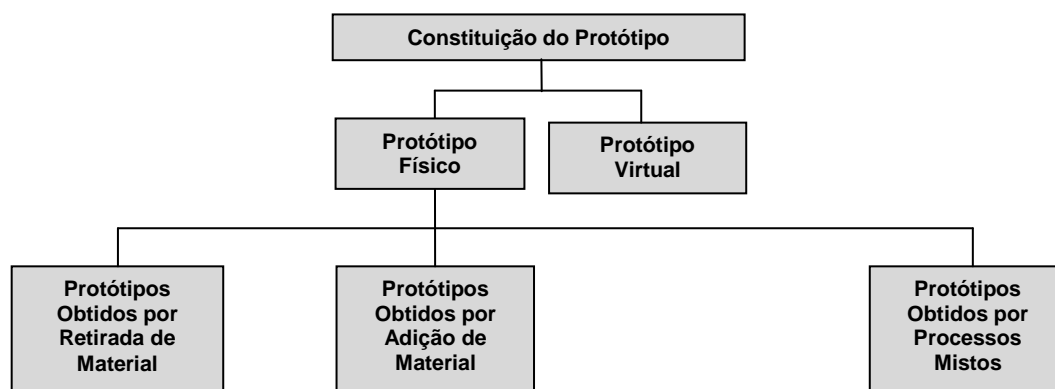


Fonte: Adaptado de Bártolo e Mateus (2002).

Miranda (2009) estabelece uma classificação para os protótipos a partir do princípio da virtualidade ou tangibilidade. Os primeiros estão relacionados às plataformas computacionais CAD/CAE/CAM, passíveis de várias emulações e simulações a cerca de propriedades físicas como deformação, tensões mecânicas, escoamento de fluidos e temperatura, e que podem ganhar as características de protótipo físico tangível a partir das impressoras 3D, tratadas mais adiante nesse estudo. A classificação de Miranda (2009) contempla, ainda, os principais tipos de obtenção dos

protótipos que podem ser por retirada de material, por deposição ou processos mistos conforme a Figura 131.

Figura 131: Classificação de protótipos.



Fonte: Miranda (2009)

De acordo com Kindlein Júnior e Cândido (2009), ao citarem Forti (2005), a grande desvantagem dos modelos virtuais diante dos modelos físicos reside no fato de que é impossível interagir com eles fisicamente. Ou seja, o fato de não poder tocar, simular manuseios e operacionalidade; de não sentir aspectos de peso, textura, superfície, volume; de não poder sentar, entre outras, inviabiliza as percepções e a retroalimentação ao projeto.

Barbosa e Alencar (2010) realizaram uma pesquisa durante a dissertação de mestrado com o intuito de obter dados concretos, no cenário nacional, sobre o nível de conhecimento e utilização das novas tecnologias de prototipagem rápida durante o desenvolvimento dos produtos industriais por parte dos *designers – profissionais, professores e estudantes*. Alguns dados foram descobertos e que merecem ser mencionados: i) grande percentual da amostragem adota mais a produção de protótipos tradicional (manual e mecânica); ii) no que tange a execução de protótipos com formas e geometrias mais complexas, a maioria da amostragem adota os processos de moldes, matrizes e gabaritos; iii) outra parcela menor da amostragem costuma adotar, nesses casos, tecnologias de prototipagem digital como, por exemplo, CNC e prototipagem rápida; iv) as escolhas e respostas também se devem a outros fatores tais como desconhecimento de informações, acesso à tecnologia, custos, tempo e outras; v) quanto ao conhecimento das tecnologias de prototipagem rápida, os autores concluem com base nas respostas, que a maioria da amostragem conhece superficialmente os processos; vi) no que tange à fonte de aprendizagem e conhecimento das tecnologias de prototipagem, a maioria das respostas aponta para a graduação, seguida, da *internet*, no entanto, o nível da qualidade de aprendizagem obtida durante a graduação se apresenta de modo precário, insuficiente e inadequado; vii) quando indagados a respeito do uso da tecnologia de prototipagem rápida em ambientes de trabalho, a maioria respondera que embora as conheçam, usam pouco e não conseguem distinguir as diferenças e características entre as alternativas existentes.

Os mesmos autores apontaram, como a maior contribuição dessa pesquisa, o fato da urgente detecção da necessidade, da criação de estratégias de instrumentalização, difusão,

conhecimento e aprendizagem, envolvendo as tecnologias de prototipagem rápida nos centros de formação e de ensino em Design Industrial e *Design* no país, uma vez que essa é uma tendência verificada de adoção nos ambientes industriais e produtivos.

2.3.3.1 Tipos de Tecnologias de RP (ARP-Aditive Rapid Prototyping)

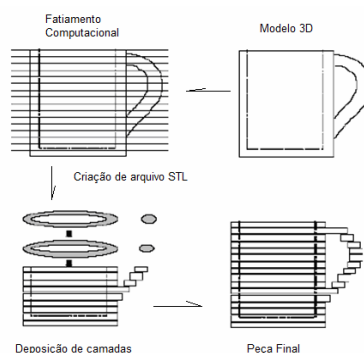
De acordo com Miranda (2009) existem dois grupos e tipos de tecnologias existentes envolvendo a prototipagem e a manufatura rápida: i) *tecnologias aditivas de prototipagem (ARP-Adictive Rapid Prototyping)*; e, ii) *tecnologias subtrativas de prototipagem (SRP-Subtractive Rapid Prototyping)*.

No primeiro grupo, estão alocados todos os processos que se configuram pela adição de matéria-prima, por camadas finas sucessivas ou acomodação aglutinada de pequenas partículas sólidas resultando em estruturas tridimensionais. As técnicas do primeiro grupo foram convencionadas à prototipagem rápida propriamente dita.

A técnica é limitada pelo tamanho das peças que as máquinas de protótipo rápido conseguem produzir (no máximo 300mm³) e pela velocidade das máquinas, que são lentas se comparadas às técnicas de fabricação tradicionais. Por isso, a fabricação rápida é atualmente limitada à produção médica e aeroespacial, mas vem conquistando um espaço cada vez maior na produção em pequena escala. À medida que a tecnologia avança, essa pode se tornar uma das principais técnicas de fabricação do futuro. MORRIS (2010, p.135)

Miranda (2009) amparado em Chiu e Liao (2003), afirma que esse grupo também é conhecido por outras nomenclaturas como Manufatura por Camadas (*Layered Manufacturing*) ou ainda Impressão 3D (*3D Printing*). O sistema de adição de camadas também, comumente, encontra-se associada à própria Prototipagem Rápida (RP), por isso, pode ser denominada também de Manufatura de Formas Livres (*Free Form Fabrication*). Os processos envolvendo adição de materiais são bem melhor indicados para a obtenção de formas geométricas complexas, difíceis de serem obtidas por retirada de material, e nas solicitações de grande precisão geométrica automatizada, algo inviável com as intervenções humanas e sujeitas a erros e falhas. A diferença entre os tipos de processos por adição de material repousa nos tipos de materiais e no modo como são adicionados, vide Figura 132.

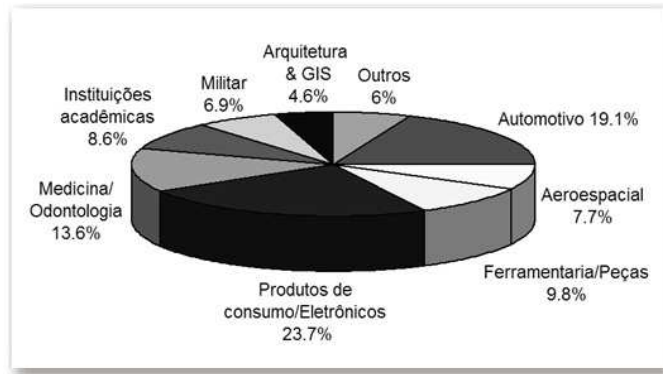
Figura 132: Representação esquemática da Tecnologia Aditiva.



Fonte: Cunico (2008); Extraída de Volpato et al (2004)

Bártolo e Mateus (2002), por sua vez, citam a *Wohlens Associates* (2000) com dados pertinentes à principal aplicação da prototipagem rápida dentre os diferentes setores industriais, por ordem decrescente: 32% Automóveis; 18.4% Bens de consumo; 11% Equipamentos; 9% Medicina; 9% Instituições acadêmicas; 8% Aeroespacial; 8% Outros; 5% Governo militar. Já, ao citar a mesma associação, com dados mais atualizados, do ano de 2008, Raulino (2011) apresenta esta proporção da seguinte maneira como se pode verificar na Figura 133:

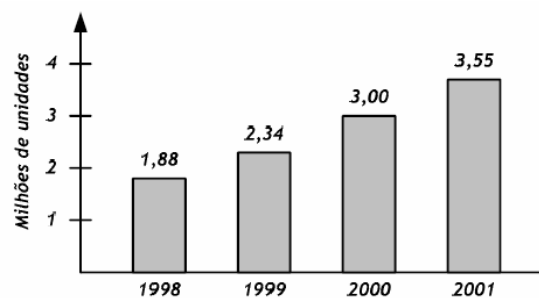
Figura 133: Distribuição dos setores que adotam a RP.



Fonte: Raulino (2011); Extraída de *Wohlens Associates* (2008).

Santos (2009) ao citar Sabino Netto (2003), assegura existir uma forte tendência pela substituição de protótipos físicos por virtuais e da utilização dos protótipos produzidos por tecnologias aditivas de material, aumentarem anualmente a uma taxa média de 25%, como mostra a Figura 134.

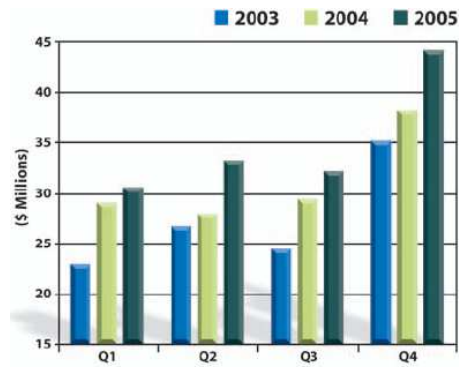
Figura 134: Aplicação de Tecnologia Aditiva na produção de protótipos.



Fonte: Extraída de Santos (2009) a partir de *Wohlens* e Sabino Netto (2003)

Cunico (2008), por sua vez, confirma o dado que nos últimos anos houve, consideravelmente, um crescimento com as tecnologias aditivas de prototipagem corroborando para sua devida importância e impacto real gerado mediante a Figura 135.

Figura 135: Investimentos realizados em Tecnologias Aditivas, entre 2003 e 2005.



Fonte: Cunico (2008); Extraída da 3D Systems (2006)

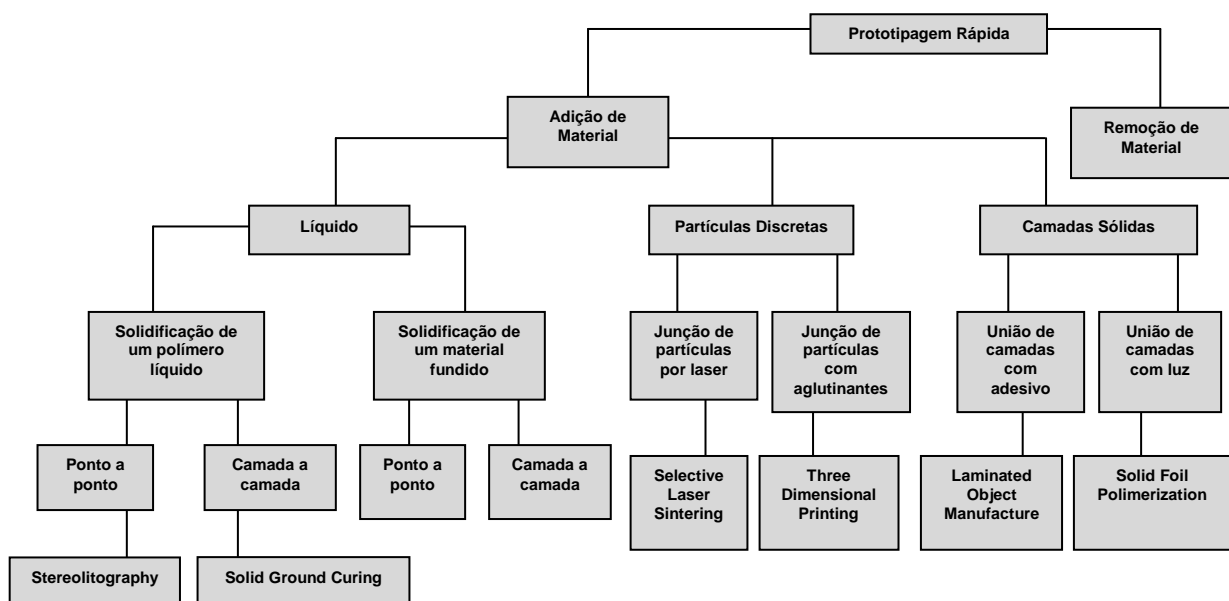
Este mesmo autor, ao citar Volpato, (2007) aponta para o fato curioso de não existirem aplicativos e equipamentos de fabricação nacionais voltados para as tecnologias aditivas algo que implica na aquisição por importações estrangeiras.

Para estes e outros autores os principais processos envolvendo tecnologia aditiva de material, descritos a seguir, são:

- Estereolitografia (SLA);
- Sinterização Seletiva a Laser (SLS);
- Modelagem por Deposição de Material Fundido (FDM);
- Manufatura de Objetos em Lâminas (LOM);
- Processo Impressão Tridimensional (3DP).

Raulino (2011), complementarmente, deu destaque em seu estudo de graduação às tecnologias aditivas quando apresenta a Figura 136.

Figura 136: Tecnologias relativas à prototipagem



Fonte: Raulino (2011); Extraída de Pham (1998).

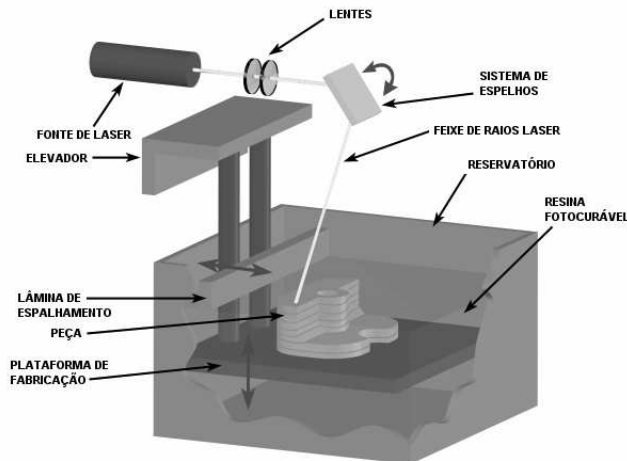
a) A Estereolitografia (SLA)

Refere-se ao primeiro processo conhecido de tecnologias aditivas de prototipagem rápida e o mais usado mundialmente.

Segundo Cóser (2010), trata-se da construção de objetos a partir de resinas e polímeros fotossensíveis que são endurecidos pela incidência de raio laser do tipo ultravioleta (UV) camada a camada. Uma plataforma oscila no sentido vertical submergindo em uma cuba contendo a resina epóxi, acrílica ou vinil, em estado líquido.

De acordo com Raulino (2011), um computador transmite por comando numérico (NC) para a plataforma a informação referente à distância percorrida pela plataforma relativo a cada fatia do modelo digital a ser polimerizado. Espelhos se reposicionam e direcionam o feixe ultravioleta percorrendo e contornando a plataforma até produzir a primeira camada informada pelo computador. O endurecimento da resina se dá por uma reação química localizada e ativada pelo raio laser formando uma cadeia polimérica entre as moléculas dos monômeros conforme ilustra a Figura 137.

Figura 137: Representação esquemática da tecnologia SLA.



Fonte: Santos (2009); Extraída e adaptada de *CustomPartnet* (2009)

Para Santos (2009) uma lâmina espalha e nivela a resina com viscosidade preparando-a para o recebimento e a aderência de nova fatia acima. O processo se repete, cada vez que a plataforma desce um nível até se construir toda a peça. Após, finalizado o modelo já solidificado passa por lavagem e banho sendo retiradas as estruturas auxiliares de suporte. O modelo é introduzido em forno de radiação UV para a cura completa e aumento da resistência mecânica da peça. Normalmente, a aparência final é de material resinoso translúcido.

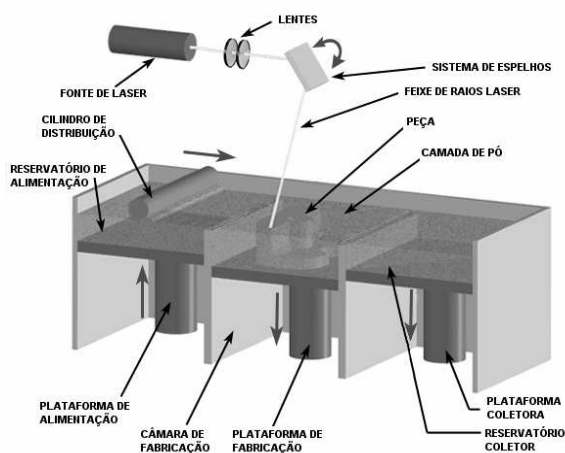
b) A Sinterização Seletiva a Laser (SLS)

O processo de prototipagem por tecnologia aditiva SLS (*Selective Laser Sintering*) é bastante similar ao SLA. A diferença básica reside no fato de envolver partículas em pó – material particulado ou pulverulento – do material a ser sinterizado por radiação laser CO₂. A sinterização é um processo análogo à fundição, ou seja, o material sofre um aquecimento que contribui para a fusão e aderência entre as moléculas ou partículas.

Conforme Santos (2009) essa tecnologia fora desenvolvida e patenteada pela Universidade do Texas, EUA, e a empresa *DTM Corporation*, fundada em 1987, para viabilizar sua comercialização. Somente em 1992, o primeiro equipamento foi comercializado. Em 2001, a empresa *3D Systems, Inc.* comprou a empresa *DTM Corporation* e passou a deter os direitos desta tecnologia.

Segundo Raulino (2011) a plataforma principal recebe o pó da matéria-prima aplicado por roletes cilíndricos coletado em reservatórios. O feixe é direcionado por espelhos de acordo com o desenho fornecido pelo computador referente a cada camada para solidificar o pó. A plataforma desce outro nível e nova fatia é formada sob a anterior já sinterizada e unida de modo químico pela ação de calor emitido e gerado pelo laser. O processo se repete até concluir a peça desenhada no computador, como mostra a Figura 138.

Figura 138: Representação esquemática da tecnologia SLS.



Fonte: Santos (2009); Extraída e adaptada de *CustomPartnet* (2009)

De acordo com Cóser (2010) o excesso de pó serve de suporte e apoio para a peça podendo ser retirado ao final do processo facilmente com ar comprimido ou uso de escovas e pincéis a seco. Este autor reforça a necessidade dos objetos serem projetados com furos para a retirada do pó. Caso isso não ocorra, os modelos ficam com pó acumulado em seu interior. A grande virtude desse processo refere-se ao leque maior de opções de matéria-prima tais como a poliamida, o elastômero, a cerâmica, o metal e outros compósitos.

Santos (2009) ao citar Volpato (2001), afirma que o processo SLS pode ser de dois tipos: i) na SLS direta, o material é sinterizado pela ação direta do laser; e, ii) na SLS indireta – aplicável em metais e cerâmicas – um material ligante é utilizado juntamente com o pó para dar forma ao objeto fabricado e que, posteriormente, será sinterizado em um forno.

Volpato (2007) salienta que os principais parâmetros para a fabricação de objetos através do processo SLS são: a potência do laser; a velocidade de deslocamento do feixe; e, o espaçamento entre as passadas do feixe do laser. Os protótipos oferecem considerável resistência mecânica e térmica. No entanto, o custo é bastante elevado.

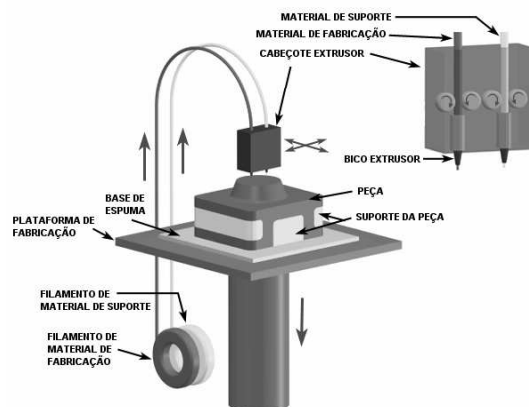
c) A Modelagem por Deposição de Material Fundido (FDM)

Cóser (2010) quando explica esse processo faz uma analogia, ainda que grosseira, mas bastante elucidativa comparando o processo FDM com a atividade de confeitaria com uma bisnaga. A tecnologia FDM ocorre quando partículas resinosas termoplásticas –filamentos de poliéster, polipropileno, ABS, elastômeros ou cera – passam por aquecimento, em volta de 200°C e são expelidos por um bico de extrusão em uma plataforma que se movimenta no sentido vertical. É comum acontecer à necessidade de inserir suportes provisórios, uma mistura de ABS e cal, por intermédio de outro cabeçote auxiliar – para dar maior sustentação e resistência ao objeto enquanto encontra-se em fase de erguimento e, que após, deverão ser dissolvidos.

Segundo Santos (2009), o processo é uma combinação da extrusão de materiais com a fabricação por camadas controlada por computador. Normalmente, para dar início ao processo, é preciso fixar uma base de material poroso – espuma de poliuretano rígido e poroso – proporcionando uma base plana e de maior aderência da matéria-prima.

De acordo com Raulino (2011) a FDM é o segundo processo mais utilizado no mundo. Enquanto a plataforma se movimenta no eixo Z, o bico de extrusão se movimenta no plano XY. Normalmente, todo o ambiente do processo é mantido fechado e controlado à temperatura para evitar a formação de umidade e bolhas na matéria-prima a ser empregada. Segundo este autor, esse processo não gera desperdício de material nem necessita de limpeza frequente como o processo SLA. Além disso, uma das grandes vantagens do FDM refere-se a necessidade de ocupar pouco espaço físico, uma vez que a exigência de potência e resfriamento por parte dos motores é inferior à tecnologia de laser. Por esses motivos, além de ser bastante empregada mundialmente, permite sua instalação em ambientes residenciais, comerciais e não industriais, como demonstra a Figura 139.

Figura 139: Representação esquemática da tecnologia FDM.



Fonte: Santos (2009); Extraída e adaptada de *CustomPartnet* (2009)

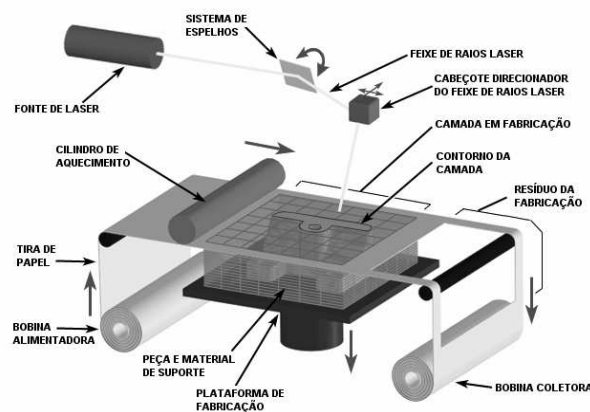
Raulino (2011) esclarece ainda as principais diferenças entre os processos SLA e FDM. Quanto aos custos (de aquisição, operação e material), pode-se verificar diferenças consideráveis entre as duas tecnologias, devido à qualidade que ambas proporcionam. Enquanto o processo FDM é mais voltado para o uso interno em empresas, de atividades acadêmicas e lotes de produtos customizáveis para comercialização, a SLA é uma tecnologia voltada para a engenharia de produtos

mais rigorosos focada na produção de moldes e protótipos funcionais com dimensões críticas. No que diz respeito à relação ao tempo total de produção, incluindo as etapas de pós-processamento, não se verifica diferenças entre as duas tecnologias. Apesar do tempo de fabricação da SLA ser menor, o objeto precisa passar por alguns tratamentos antes de ser utilizado. O processo de FDM normalmente apresenta uma boa relação custo-benefício.

d) A Manufatura de Objetos por Lâminas (LOM)

Segundo Cóser (2010), o princípio básico desse processo tecnológico resume-se pela superposição de lâminas de um determinado material com uma das faces adesivadas, da compressão térmica das lâminas e do corte a laser das silhuetas, por lâminas, uma por vez, de acordo com a Figura 140. Podem ser empregados diversos materiais tais como papéis, plásticos, tecidos, metais, cerâmicas, mas comumente se encontra o uso de folhas de papéis com adesivos termicamente ativados à base de polietileno.

Figura 140: Representação esquemática da tecnologia LOM.



Fonte: Santos (2009); Extraída e adaptada de *CustomPartnet* (2009)

O aspecto visual do protótipo finalizado se assemelha à madeira, mas possui qualidade inferior se comparado aos processos SLA e SLS, embora o custo seja bastante semelhante. Esse processo permite a confecção de peças com dimensões elevadas e é bastante solicitado também na produção de moldes, Raulino (2011) citando Grimm (2005).

e) A Impressão 3D (3DP)

Analogamente aos sistemas de impressão a jato de tinta bidimensionais onde, por intermédio de um computador e uma impressora convencional, podem-se imprimir as informações desenvolvidas em um determinado aplicativo informatizado, os fabricantes e desenvolvedores de *softwares* e *hardwares* perceberam a necessidade de disponibilizar aos usuários de sistemas CAD, CAE e CAM determinados periféricos denominados de impressoras 3D, as quais, “imprimem” os desenhos concebidos nesses sistemas simulando as máquinas CNC e reproduzindo princípios existentes nelas. Portanto, para os segmentos industriais os sistemas de impressão 3D não são novidade há um bom tempo. No entanto, para o usuário final e demais profissionais autônomos essa

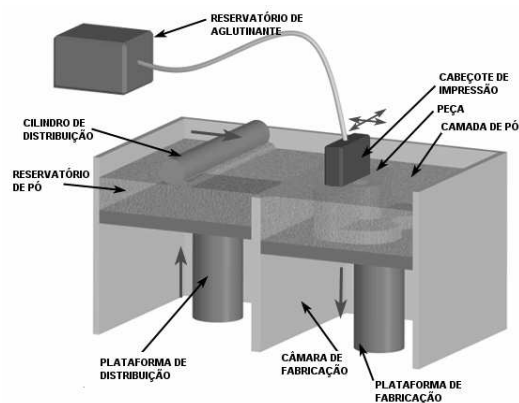
tecnologia tem causado uma revolução. A diferença básica das impressões 2D para as impressões 3D repousa no fato das “impressões” ocorrerem no espaço tridimensional a partir de técnicas de retirada ou depósito de matérias-primas resultando em modelos tridimensionais e protótipos de produtos idealizados de modo virtual e bidimensionalmente, conforme Pipes (2010).

Uma plataforma oscila no eixo vertical Z (ascendente ou descendente) e um cabeçote, contendo a matéria-prima para a impressão 3D, deposita-o por camadas, ao mesmo tempo, em que a plataforma se movimenta no plano horizontal (XY) de acordo com o desenho elaborado no sistema CAD. A matéria-prima se acumula por intermédio de agentes aglutinantes à base de solução aquosa e colas. Uma vez finalizado o objeto tridimensional, para diminuir a porosidade superficial e aumentar a resistência, pode receber um banho composto de elementos químicos, como mostra a Figura 141.

O problema reside nos elevados custos que as impressoras 3D ainda possuem, pois de acordo com os modelos verificados e disponíveis no mercado, ainda se torna impraticável a popularização da tecnologia e a sua aquisição entre usuários comuns e empresas de baixo e médio porte. Naturalmente, a partir do momento em que a tecnologia se tornar acessível os custos caem consideravelmente permitindo a difusão e acesso ao número maior de usuários e consumidores.

No mercado existem vários modelos de impressoras 3D que variam de acordo com o tipo de funcionamento e, principalmente, com o uso das matérias-primas disponíveis. Mas a base polimérica é, de longe, a tecnologia adotada, pois pode ser disponibilizada nas opções por camadas finas de polímeros, por partículas sólidas de polímeros ou, ainda, em gel polimérico. Todos os tipos passam, basicamente, por processos de deposição de matéria-prima e cura até adquirirem a forma desejada.

Figura 141: Representação esquemática da tecnologia de impressão 3DP.



Fonte: Santos (2009); Extraída e adaptada de *CustomPartnet* (2009)

Santos (2009) afirma que embora não haja limitações de emprego de materiais – polímero, metal, cerâmica e gesso, por exemplo – cada grupo de material exige aglutinantes específicos para cada caso. O processo de impressão 3D requer etapas de pós-processamentos para proporcionar ganho de resistência mecânica ou melhorar o acabamento superficial recebendo infiltrações com cera ou resinas epóxi.

De acordo com Canciglieri Júnior, Selhorst Júnior e Iarozinski Neto (2007) as principais características entre as técnicas de ARP apresentadas no Quadro 46, são:

Quadro 46: Principais características de tecnologias de ARP.

Processo Características	SLA	SLS	LOM	3DP	FDM
Variedade de materiais	Pequena	Grande	Pequena	Média	Média
Translucidez	Sim	Não	Não	Não	Sim
Qualidade superficial	Regular	Boa	Regular	Boa	Regular
Pós-acabamento superficial	Regular	Boa	Baixa	Boa	Regular
Precisão	Excelente	Boa	Baixa	Boa	Regular
Resistência ao impacto - simulando polímeros	Regular	Boa	Baixa	Baixa	Boa
Resistência à flexão - simulando polímeros	Baixa	Excelente	Baixa	Baixa	Excelente
Custo do protótipo no Brasil	Alto	Médio	Alto	Médio	Médio
Pós-processo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Pós-cura	Sim	Não	Não	Não	Não

Fonte: Canciglieri Júnior, Selhorst Júnior e Iarozinski Neto (2007)

Selhorst Júnior (2008) estabelece ainda um estudo aprofundado comparativo entre as tecnologias de prototipagem rápida como maneira de discernir os processos mais adequados de acordo com cada caso de desenvolvimento de produtos.

Do mesmo modo aos escâneres 3D, existem vários fabricantes de máquinas e equipamentos que adotam a tecnologia aditiva de materiais disponibilizando inúmeros modelos a cada ano. Normalmente cada fabricante desenvolve seus softwares específicos. A seguir, os Quadros 47 a 49 demonstram alguns modelos das empresas *Stratasys*, da *3D Systems* e da *Envisiontec*, respectivamente, com suas características básicas.

Quadro 47: Modelos da fabricante *Stratasys* - Tecnologia FDM.



IDEA SERIES: Modelos voltados para indivíduos e pequenas equipes com intenção de acelerar o processo criativo e projetual, usando impressão a cores profissional 3D a um custo baixo. Linha de produtos: Mojo, uPrint SE e uPrint SE PLUS.



DESIGN SERIES: Modelos voltados para obtenção superior de qualidade (acabamentos superficiais, detalhes finos e precisos) e desempenho (testes rigorosos), custos intermediários, com possibilidade de impressão 3D em vários materiais. Linha de produtos: Objet 24, Objet 30 Pro, Objet Eden 260/260v, Objet Eden 350/350v, Objet Eden 500/500v, Objet 260 connex, Objet 350 connex, Objet 500 connex, Objet 1000, Dimension 1200es e Dimension Elite.



DESIGN SERIES: Modelos voltados para obtenção de peças grandes adotadas, principalmente, na manufatura e usinagem de protótipos rápidos. Alta resistência, durabilidade, precisão cujas propriedades mecânicas, químicas e térmicas são requisitos essenciais. Custos mais elevados. Linha de produtos: Fortus 250mc, Fortus 360mc, Fortus 400mc e Fortus 900mc.

Fonte: <http://www.stratasys.com/br/3d-printers>

Quadro 48: Modelos da fabricante *3D Systems* – Tecnologia SLA/SLS.



PROJET SERIES: Variedade de versões de impressoras 3D (ZPrinters), das mais simples, menores, ideais para produção unitária de protótipos, monocromática até as versões de grandes dimensões, produção em escala, multicores etc. Linha de produtos: Projet 860 Pro, Projet 7000, Projet MD6000, Projet HD6000, Projet SD6000, Projet 5000, Projet DP3510, Projet MP3510, Projet CPX3510, Projet CPX3510 Plus, Projet CP3510, Projet HD3510, Projet HD3510 Plus, Projet 660Pro, Projet 460Plus, Projet 360, Projet 260C, Projet 160Standard.

Fonte: http://www.seacam.com.br/?page_id=41

Quadro 49: Modelos da fabricante *Envisiontec* – Tecnologia SLA.



ZBUILDER ULTRA: Destinada para produção de protótipos funcionais, flexíveis, plásticos, precisos, de alta resolução e ótima relação custo-benefício para uma máquina de estereolitografia. Excelente nível de detalhamento e acabamento que seus concorrentes em moldes por injeção. Permite verificar formas, encaixe e funcionalidade antes do início da produção em escala, eliminando assim custos de modificação do ferramental e encurtando o tempo de chegada do produto ao consumidor final.

Fontes: http://www.seacam.com.br/?page_id=41; <http://www.nagyformatumu.hu/en/3d-nyomtato/zbuilder-ultra-0>

2.3.3.2 As tecnologias subtrativas de RP (SRP-Subtractive Rapid Prototyping)

Por outro lado, o segundo grupo referente à RP, aglutina todos os processos caracterizados pela retirada de material de um bloco maciço decorrente de processos convencionais de usinagem, posteriormente, adaptados à tecnologia digital das máquinas CNC, com três ou quatro eixos.

Esse grupo não possui dependência com os modelos digitais CAD – geralmente arquivos digitais STL (*STereoLythography*) – comum aos processos aditivos, ou seja, podem ser gerados sem a necessidade de um desenho produzido em sistemas CAD. Geralmente, são utilizados os polímeros, metais não ferrosos, madeiras e *cibatool* (resina) para a produção dos protótipos rápidos e garantindo baixo custo, precisão dimensional, bom acabamento superficial algo que nos processos aditivos ainda necessita alcançar, além do nível da qualidade superior de obtenção de respostas aos requisitos e parâmetros projetuais. Proporcionam, ainda, grande liberdade de obtenção de formas devido à quantidade e diversidade de ferramentas passíveis de inserção durante a usinagem, conforme as Figuras 142 e 143.

Figura 142: Protótipos rápidos com tecnologia SRP.



Fonte: Ribeiro (2007).

Segundo Ribeiro (2007):

A partir do momento em que as informações são enviadas para as máquinas de prototipagem, os dados se comportam de maneiras opostas: na ARP os limites do modelo virtual se portam como limites máximos do que deve ser construído, já na SRP, como limite do que pode ser extraído pela ferramenta de corte. RIBEIRO (2007, p.7226)

O aspecto comum aos dois tipos de processos é que ambos podem eliminar os moldes, fôrmas e matrizes, por vezes, tão responsáveis pelo elevado custo da produção dos protótipos.

Figura 143: Exemplos de Prototipagem Rápida com SRP.



Fonte: Miranda (2009)

De acordo com estes autores pesquisados, os principais processos envolvendo a tecnologia subtrativa são:

- Usinagem;
- Fresamento;
- Sistemas abrasivos.

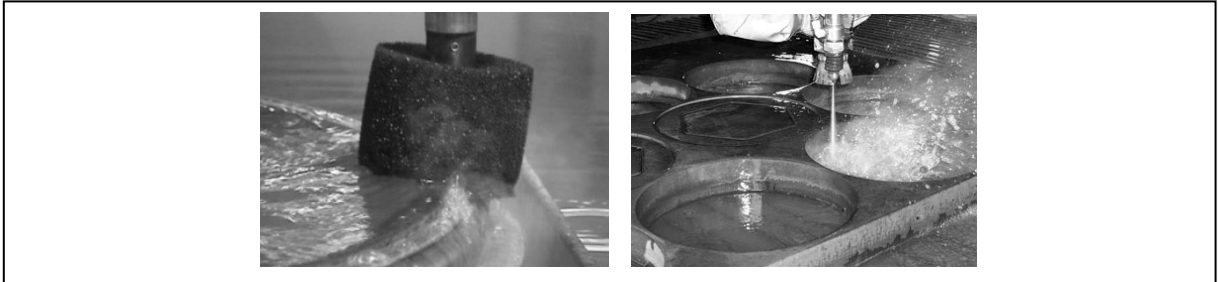
Segundo Almeida (2008) a usinagem a laser oferece algumas vantagens comparada à usinagem tradicional:

- Minimiza a largura de corte (típica de 0.12 mm);
- Minimiza a zona afetada pelo calor;
- Minimiza o tempo de posicionamento da peça;
- Reduz ou elimina perdas;
- Produz contornos lisos e corte com lados paralelos;
- Ausência de distorção por contato;
- Pode cortar perfis de contornos complexos;
- Pode iniciar o corte em qualquer posição;

- Possui altas velocidades de corte. ALMEIDA (2008, p.60)

Os sistemas abrasivos correspondem a técnicas e ferramentas as quais retiram material por atrito quer seja por movimentos rotacionais, lineares ou aleatórios. Normalmente, se configuram por superfícies ou êmbolos de granulidades rugosas e ásperas comuns em processos de lixamentos. Nesse grupo também podem ser enquadrados os processos de retirada de material por choques e impactos como é o caso de jatos de areia e de água como ilustra a Figura 144.

Figura 144: Tipos de sistemas abrasivos.



Fonte: <http://www.metallica.com.br/o-que-e-usinagem-abrasiva>

Analogamente às tecnologias apresentadas anteriormente com ARP existem vários fabricantes de máquinas e *hardwares* que adotam a tecnologia subtrativa de materiais disponibilizando inúmeros modelos a cada ano. Normalmente, também cada fabricante desenvolve seus *softwares* específicos. A seguir, o Quadro 50 demonstra alguns modelos da empresa *Roland* com suas características básicas.

Quadro 50: Modelos da fabricante *Roland* – Tecnologia SRP.



MODELADORAS 3D: Equipamentos de fresas e brocas compactos, práticos de manipulação, passíveis de usinagem de protótipos rápidos em diversos materiais (madeira, resina, metal leve, plástico e cera), preço compatível com a concorrência. A versão 3D MDX-20 é uma modeladora que trabalha em 3 eixos de alta precisão e também um scanner 3D. Possui modelos compatíveis com códigos numéricos (NC) voltados para os sistemas CAM. Destinada para produção de protótipos funcionais, flexíveis, plásticos, precisos, de alta resolução e ótima relação custo-benefício com tecnologia SRP. Linha de produtos: iModela, MDX-20, MDX-40A e MDX540.

Fonte: <http://www.rolanddg.com.br/>

Bártolo e Mateus (2002) classificam ainda as tecnologias disponíveis para fabricação de protótipos como sendo: a) tecnologias aditivas; b) tecnologias subtrativas; c) tecnologias enformativas; e, d) tecnologias mistas, uma combinação das aditivas com as subtrativas. Quanto ao grupo de aditivas os autores destacam: as de estado líquido (*SL*, *STLG*, *SGC*, *IJP*, *FDM* e *RFP*); as

de estado em pó (SLS e LC); as de estado sólido (LOM); e, de estado gasoso (SLCVD). Quanto às tecnologias subtrativas, os autores exemplificam o torneamento, a eletro-erosão e a maquinação à alta velocidade.

Os autores Rodrigues et al (2012) acreditam que as tecnologias tradicionais não são superiores ou inferiores às novas tecnologias de prototipagem, mas sim, complementares. Nesse sentido, o Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos (CADEP/UNESP/FAAC) atua com ambas as modalidades, lado a lado, sem concorrências e extraindo-se o melhor proveito que cada uma das tecnologias pode fornecer.

Existem ainda outros fabricantes de sistemas CAD, CAE e CAM, Prototipagem Rápida, Digitalização 3D, Medição por coordenadas tridimensionais, Metrologia, Sistemas Ópticos e de Inspeção tais como a *Delcam, Aberlink, Nikon, Hexagon, Roland*¹⁷ e outros.

2.3.3.3 A tecnologia de Molde Rápido (RT)

Esse grupo de tecnologia refere-se à outra possibilidade de aplicação da RP. A prototipagem rápida tanto pode ser empregada na obtenção de protótipos rápidos bem como na construção de moldes ou ferramental-protótipo rápidos.

Do inglês, *Rapid Tooling* (RT), Volpato (2007) afirma que existem dois grupos de processos quanto à fabricação de moldes rápidos: i) *indiretos*, quando a cavidade do molde a ser adotada na moldagem for fabricada por algum processo posterior a prototipagem rápida; e, ii) *diretos*, quando a cavidade do molde for produzida imediatamente pelo próprio equipamento de prototipagem rápida.

Segundo Volpato (2007) os principais processos indiretos são:

- Moldes de borracha de silicone (*RTV – Silicone Rubber Molds*);
- Moldes de epóxi com carga de alumínio por vazamento (*Aluminum Filled Epoxy Molds*);
- Moldes por pulverização metálica (*Spray Metal Molds*);
- Moldes metálicos por eletrodeposição (*RePliForm*);
- Moldes metálicos por sinterização a partir de modelos de estereolitografia - *3D Keltool*.

Quanto aos principais processos diretos este mesmo autor destaca:

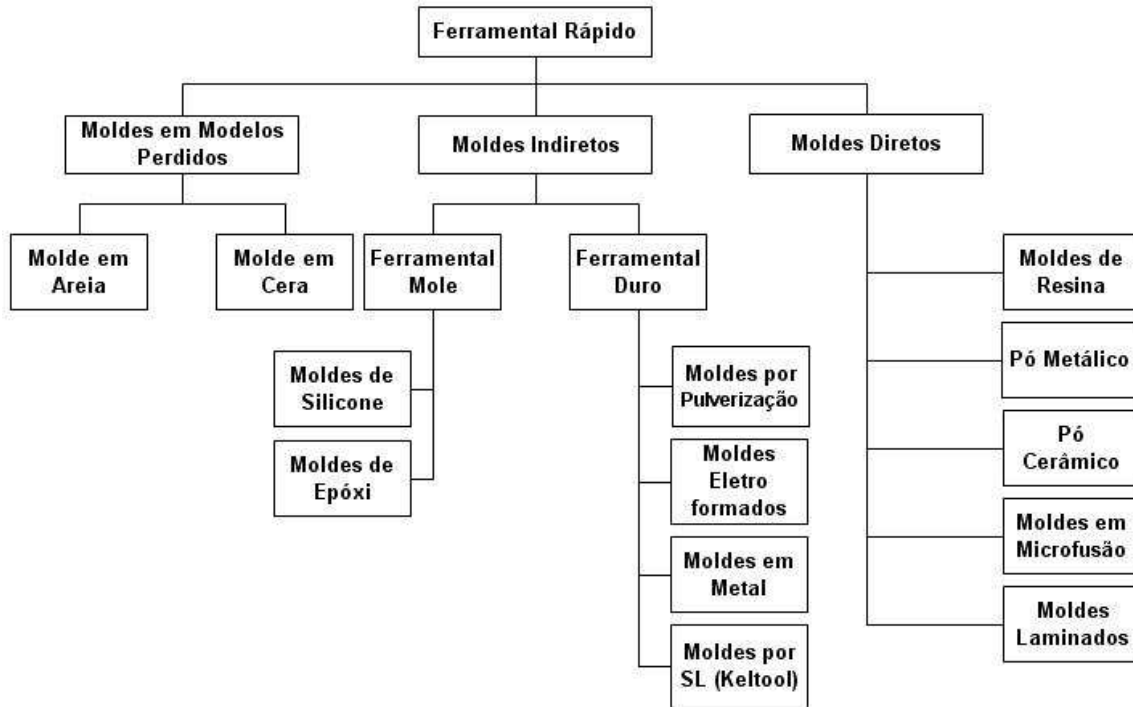
- Moldes poliméricos por SL – *Direct AIM*;
- Moldes metálicos por sinterização seletiva a laser (SLS) – *Rapid Tool*;
- Moldes metálicos por sinterização seletiva a laser em equipamento EOS – *Direct Tool*;
- Moldes metálicos por impressão tridimensional (3DP) – *Pro Metal*;
- Insertos metálicos pelo processo de fabricação da forma final a laser (*LENS*).

Volpato (2007) ainda aponta outros processos de ferramental-protótipo rápido a partir de moldes de cerâmica para fundição de metais e os moldes de areia para fundição de metais.

¹⁷ Para maiores informações vide sítios na rede mundial da internet: <<http://www.delcam.com>>, <<http://www.aberlink.com>>, <<http://www.nikonmetrology.com>>, <<http://www.hexagonmetrology.com.br>>, <<http://www.rolanddg.com.br/>> etc.

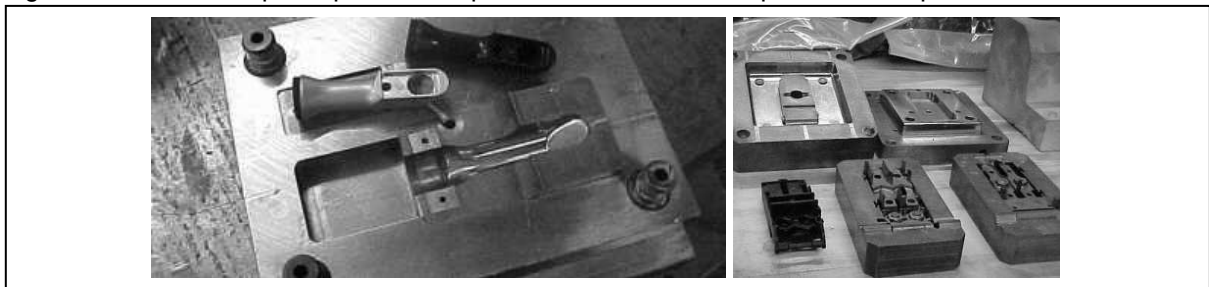
Demais pesquisadores como Silva (2008) também realizaram estudos sobre RT e estipularam classificações complementares em *moldes com modelos perdidos*, *moldes diretos* e *moldes indiretos* como ilustra a Figura 145 e 146:

Figura 145: Classificação dos processos de RT (Ferramental rápido).



Fonte: Silva (2008); Adaptado de Rosochowski; Matuszak, (2000)

Figura 146: Moldes rápidos produzidos por SLS Laserform com partículas de pó metálico.



Fonte: Catálogo Técnico *Rapid Tooling* - Robtec; <http://www.robtec.com>

Uma das maiores vantagens com a produção dos moldes rápidos diz respeito ao fato de se poder reduzir tempo e custos além de programar estudos e mudanças na análise apurada dos moldes definitivos.

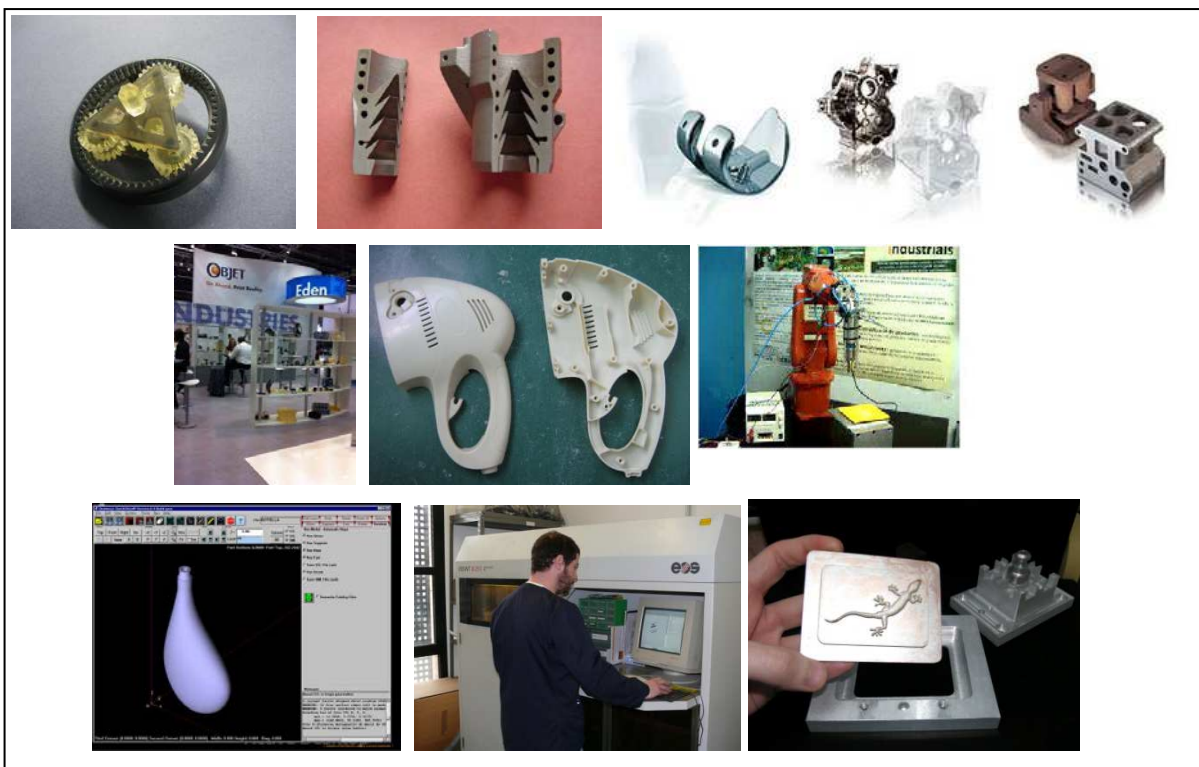
2.3.3.4 A Tecnologia de Manufatura Rápida (RM)

Conforme já se adiantou, inicialmente, a diferença básica entre a RP e a RM reside no fato da primeira atender mais aos aspectos de protótipos e modelos a serem testados e analisados antes da fabricação em série. De acordo com as demandas e necessidades provenientes durante a

projeção, por exemplo, é preciso checar parâmetros e requisitos de projeto com os protótipos desenvolvidos.

Por outro lado, a manufatura rápida envolve as tecnologias de fabricação digitais em escalas quantitativas maiores para produção rápida. Volpato (2007) menciona que uma das tendências observadas nos últimos tempos se refere à redução mínima de estoques, pois estes ampliam os custos. Com a aplicação dos sistemas de manufatura rápida ou RM as peças poderão ser produzidas com grande rapidez, uma vez que se encontram armazenadas digitalmente, sem a necessidade de ocupar espaços físicos com estocagens, conforme exemplos da Figura 147.

Figura 147: Exemplos e processos de RM.



Fonte: <http://www.rapidmanufacturing-training.eu/>

As empresas estão perseguindo modos de como gerar as peças à medida que se tornam necessárias com os materiais requeridos e as características físicas e mecânicas dos originais.

Segundo Volpato (2007) outra tendência diz respeito ao fato da maior personalização dos produtos por parte dos consumidores explorarem a rede internet para montar e escolher seus pedidos feitos diretamente aos fabricantes e fornecedores. Uma vez realizado o pedido, as empresas produzem os componentes e as peças com RM, em qualquer parte do mundo, e as enviam por intermédio das agências correios ou transportadoras para o destinatário. Embora haja muito ainda a se percorrer para tornar o sistema inteligente e eficiente entre o pedido, a manufatura rápida e a entrega já existem exemplos pioneiros de sucesso verificados na indústria aeronáutica, espacial e militar dos Estados Unidos da América. Outro emprego observado da RP e da RM encontra-se nas artes, mais especificamente, na produção de esculturas personalizadas.

A técnica de protótipo rápido é usada para criar rapidamente modelos e protótipos. No entanto, o mesmo processo de desenhos e modelagem em CAD pode ser usado para fazer os cortes e moldes necessários a fim de produzir produtos finais manufaturados. O modelo criado em protótipo rápido pode ser feito nos materiais especificados para o design final. Da mesma forma, os produtos finais podem ser produzidos usando técnicas de protótipo rápido. Esse processo é chamado de fabricação rápida (*RM* – do inglês, *rapid manufacture*). Morris (2010, p.135)

A empresa britânica *Cybaman Technologies* desenvolveu o *Cybaman Tech Intelligent Robotic Manufacturing*, um centro de prototipagem rápida, o qual combina tecnologias aditivas com subtrativas no mesmo equipamento, capaz de trabalhar com seis eixos, vários materiais e grande qualidade, precisão e acabamento, podendo ser requisitado para os diversos segmentos industriais como odontológico, aeroespacial, joalheria, dentre outros, conforme demonstra a Figura 148.

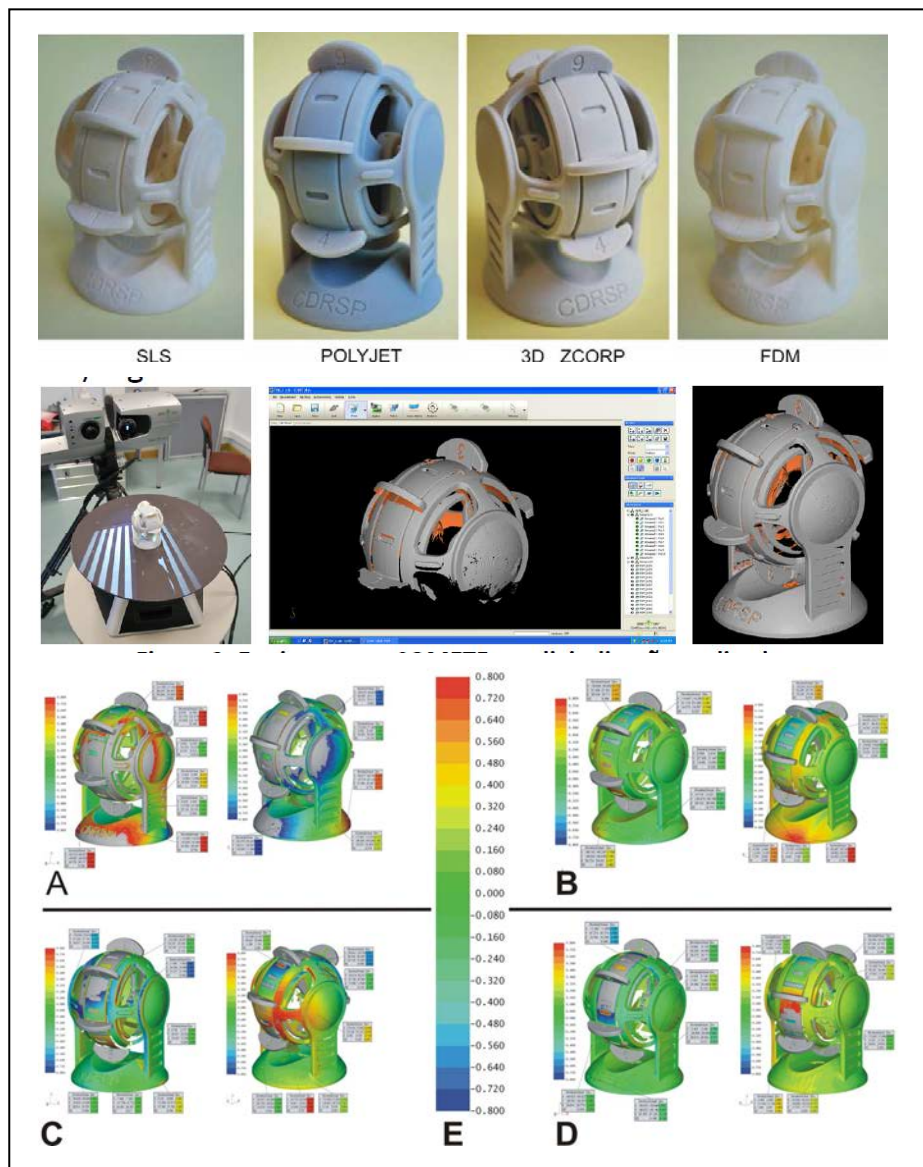
Figura 148: *Cybaman Tech* – Manufatura Robótica Inteligente e suas aplicações.



Fonte: <http://www.cybamantech.co.uk/>

Um estudo comparativo interessante mostrando a integração de novas tecnologias foi feito por Alencar, Bártolo e Rodrigues (2011). O estudo consistiu da geração de um único modelo físico por tecnologia aditiva diferente (*SLS*, *Polyjet*, *3D Printer ZCorp*, e *FDM*), posteriormente, digitalizados no escaner *Comet5* e comparados os desvios e as variações dimensionais de cada tecnologia como ilustra a Figura 149.

Figura 149: Estudo integrando tecnologias aditivas e digitalização 3D.



Fonte: Alencar, Bártolo e Rodrigues (2011).

2.3.4 A Realidade Virtual e a Aumentada (RV e RA)

Antes de se debruçar ao fascinante universo da realidade virtual e aumentada se torna imperioso o esclarecimento que a intenção desse item nesta tese é a de apresentar um contato, ainda que superficialmente, sobre a compreensão básica dessas novas tecnologias e o que elas podem contribuir com a área projetual e o desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, seja no ensino ou no mercado empresarial. Já existem inúmeras publicações que se aprofundaram desmistificando em níveis cada vez mais detalhados sobre a RV e a RA vide, por exemplo, Craig et al (2009), Tori et al (2006) ou Whyte (2002). Desse modo, priorizou-se alguma conceituação básica, processos e procedimentos essenciais além de possibilidades de aplicação de ambas em algumas áreas e o modo como podem contribuir com o design industrial e o desenvolvimento de produtos.

Segundo Craig et al (2009) a RV refere-se a uma simulação em computador ao criar imagens que são percebidas pelos nossos sentidos, similarmente, ao modo como percebemos o mundo real. O princípio fundamental da RV é ludibriar o cérebro tentando convencê-lo que o mundo artificial, onde o participante encontra-se imerso, é autêntico e verdadeiro, e para tal, vale-se de tecnologias que informam os sentidos a realidade dos acontecimentos. Os autores concluem que a RV é um instrumento pelo qual os indivíduos podem compartilhar ideias e experiências de modo interativo.

Estes autores definem ainda a RV como um meio composto por simulações de computador de forma interativa onde a sensação de posição e ações do participante fornece *feedback* artificial para um ou mais sentidos, gerando a sensação de imersão ou estar presente na simulação, como se pode verificar na Figura 150.

Figura 150: Participante experimentando a RV.



Fonte: Craig et al (2009); Cortesia da NCSA

Sob esse aspecto, a RV tenta substituir artificialmente as sensações captadas pelos sentidos dos seres humanos. Os mais explorados, em escala descendente, são em primeiro lugar a visão e a audição. Em outro plano estão a pele, o toque e a aplicação de forças. Por fim, o equilíbrio (vestibulares), o olfato (cheiro) e a gustação (gosto), Craig et al (2009).

Menegotto (2000), por sua vez, define a RV como a disciplina responsável pela criação de simulações em tempo real, adotando para atingir esta finalidade interfaces passíveis de adaptação aos distintos canais sensoriais humanos tais como a visão, a audição e o tato. A interatividade do homem com a RV pode se dar por intermédio de artefatos como óculos e luvas, por exemplo, auxiliados por sensores instalados também no ambiente em volta. A sensação de estar no interior dos ambientes e espaços fictícios e inexistentes é tão próxima da realidade que uma vez imerso durante certo tempo se pode esquecer que o mundo experimentado não passa da virtualidade.

Sem sombra de dúvidas, parafraseando Menegotto (2000), a realidade virtual refere-se “a uma das promessas mais fascinantes de todas as relacionadas com a computação gráfica interativa”, Menegotto (2000, p.10). Na atualidade, Já são inúmeros os exemplos de aplicação da RV tais como simuladores de voos, de corrida de alta velocidade, em situações de risco à saúde, segurança física e integridade psíquica, de ambientes adversos e de áreas inacessíveis dentre outros casos.

Para Craig et al (2009) a RV pode ser bastante explorada na redução de custos, investimentos e de tempo durante as inúmeras possibilidades de adoção. Na área industrial, por exemplo, o desenvolvimento de produtos e de processos tem larga aplicação. A prototipagem virtual de partes, peças ou produtos na totalidade pode ser simulada avaliando questões de funcionamento, ergonomia, estética ou de construção, desde situações minúsculas ou de grandes dimensões.

No futuro, no campo da engenharia, será comum o uso de equipamentos que possibilitem a simulação do trabalho de uma peça mecânica antes mesmo de fabricá-la. Podemos vislumbrar a substituição do desenho tradicional feito manualmente, e até o desenho digital atual, pelo conceito de modelagem. MENEGOTTO (2000, p.10).

A simulação virtual da montagem e desmontagem dos produtos, máquinas ou equipamentos pode capacitar mais fácil e rapidamente os operadores responsáveis pela montagem, desmontagem, manutenção, troca e reposição de partes e de componentes.

Brevemente, a RV poderá colocar indivíduos em cenários no interior dos artefatos ou equipamentos para visualização de inúmeras questões técnicas ou projetuais ou, até mesmo, em cenários de produção e de fabricação assim como Charles Chaplin fora inserido na ficção, ao interior das máquinas do filme Tempos Modernos (1936).

Em um futuro bem mais próximo do que a RV, a execução de modelos físicos e de prototipagem já alcançou estágios que há poucas décadas atrás parecia estar distante. A RP já é uma realidade presente, distintamente, de alguns anos passados. Isto traduz a rapidez com que as tecnologias se popularizam rapidamente.

Dois tipos de processos apresentam-se como principais processos de prototipagem por meio de sistema CAD/CAM: A prototipagem rápida (*RP – Rapid Prototyping*) por deposição de materiais, onde os modelos são construídos progressivamente por camadas não havendo necessidade de utilizar quaisquer tipos de ferramentas. E a prototipagem rápida subtrativa (*SRP – Subtractive Rapid Prototyping*), onde os modelos são obtidos por desbaste de blocos de diversos materiais. Ao se entender os processos e sistemas de RP e SRP, possibilitar-se-á a inserção destas tecnologias, de forma efetiva ao desenvolvimento de produtos. A aplicação da RP ou SRP no trabalho sistêmico dos setores de design, engenharia, marketing e produção, deve ser elemento estratégico das empresas, pois integram seus diversos setores, reduzindo riscos, custos e estimulando a inovação. CANGIOLIERI JÚNIOR, SELHORST JÚNIOR e IAROZINSKI NETO (2007, p.2)

Para além desses benefícios apresentados a RV corrobora com a tendência dos mercados globalizados onde empresas multinacionais desenvolvem projetos colaborativos, ao mesmo tempo, em países ou continentes distintos. Os arquivos digitais, sem sombra de dúvidas, percorrem grandes distâncias em curto espaço de tempo agilizando os processos de P&D, acelerando as respostas à concorrência e à competitividade. Os sistemas de teleconferências também facilitam reuniões à distância para se discutir e tomar decisões sobre questões do projeto.

De acordo com Azevedo e Conci (2003) a arquitetura de sistemas necessita, tanto na CG, quanto na RV, de dispositivos gráficos de entrada e de saída conectados ao computador. Quanto aos dispositivos de entrada se pode enumerar: o teclado, o mouse, o *joystick*, o *tablet* e a mesa

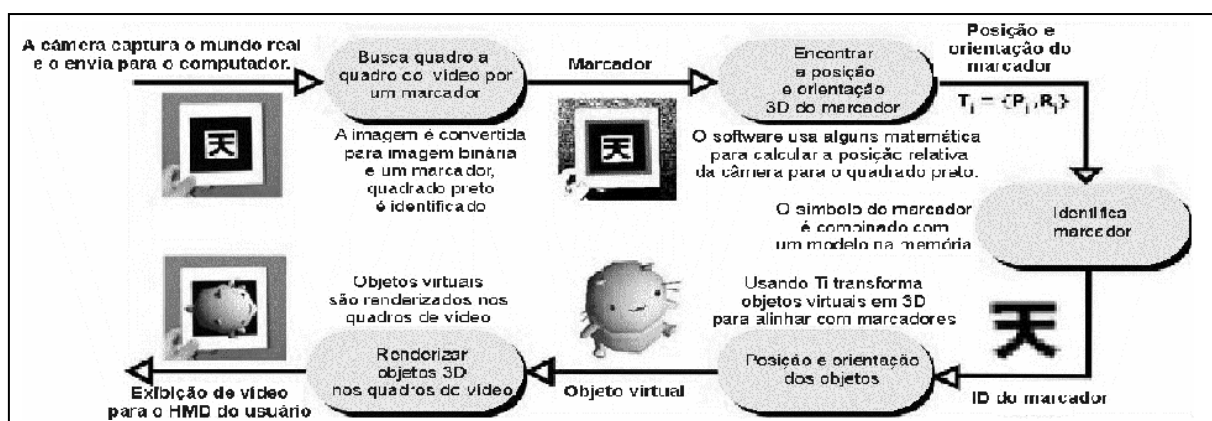
digitalizadora. No âmbito 3D, esses dispositivos são: o digitalizador tridimensional, o escâner tridimensional, a luva, o capacete, o controlador 3D e a roupa de RV. Quanto aos dispositivos de saída, os autores elencam: a impressora jato de tinta, a laser e a térmica, a *plotter*, o monitor (*Catode Ray Tube*, *Liquid Crystal Display* ou *see-through*), o *display* de retina, o óculos ou capacete de RV (*Head Mounted Display*), a tela *stereo* (*Stereo Glasses* ou *Shutter Glasses*), a *cave*, a placa aceleradora de vídeo e a porta *AGP* (*Accelerated Graphics Port*). Para além desses dispositivos os autores dão destaque especial à biblioteca de programação padrão, como a *Open Graphical Library* (*OpenGL*), a qual “possibilita a criação de gráficos 3D com excelente qualidade visual e rapidez”, Azevedo e Conci (2003, p.15-27).

Diante desses esclarecimentos de autores, basicamente a diferença entre RV e a RA repousa no fato da primeira funcionar apenas com as imagens computadorizadas enquanto a segunda combina as imagens computadorizadas com cenários e ambientes reais. Enquanto a RV normalmente proporciona o desvínculo com os eventos reais a RA possibilita a combinação, tanto que é conhecida em menor proporção por realidade misturada, realidade mixada ou realidade híbrida.

As interfaces de RA foram definidas por Azuma como interfaces que: 1) sobrepõem informação virtual sobre o mundo real (combinam objetos físicos e virtuais no mesmo espaço de interação); 2) são interativos em tempo real; e, 3) são espaciais – os objetos virtuais são registrados e interativos em 3D. Azuma, 1997 apud BOWMAN et al (2005, p.389).

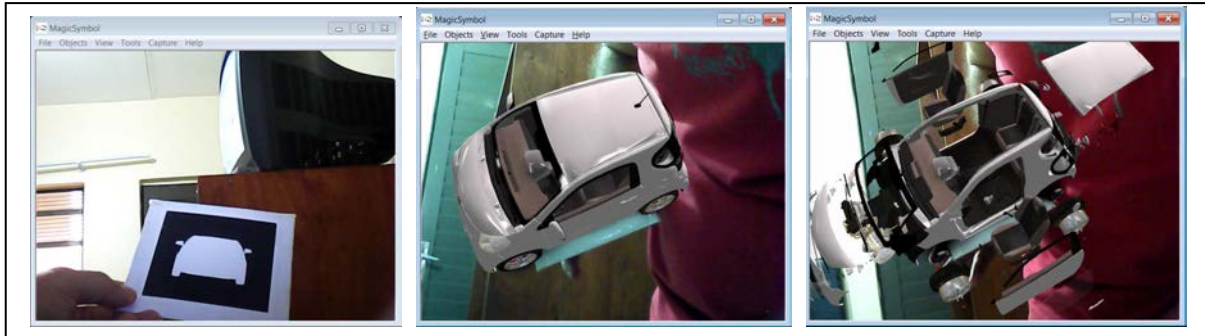
A RA funciona da seguinte maneira: um determinado código, conhecido por marcador, pode ser capturado por uma câmera conectada ao computador conectado à rede *internet*, ou não, ativando um programa que produz as imagens combinadas na tela do computador como ilustram as Figuras 151 e 152, respectivamente.

Figura 151: Fluxo esquemático de funcionamento do *ARToolKit*.



Fonte: Braga (2012) extraído de ARToolKit (2012).

Figura 152: Simulação de RA a partir de *download livre* do aplicativo *Toyota IQ Magic Symbol*.



Fonte: http://www.toyota.co.uk/cgi-bin/toyota/bv/generic_editorial.jsp?navRoot=toyota_1024_root&nodiv=TRUE&fullwidth=TRUE&forceText=TRUE&edname=iQ_reality&id=iQ_reality&catname=%2ftoyota_1024_root%2fmain_nav%2fpageTopNav%2fZone+iQ&zone=Zone+iQ&menuid=316070&sr=Mall

Braga (2012) apresenta no capítulo de revisão teórica da tese de doutorado, um tópico dedicado à RV e RA. A autora explora de modo bastante elucidativo questões sobre o histórico, as principais conceituações e tendências, o fluxo dos processos de RA, a necessidade dos equipamentos e aplicativos destinados à acessibilidade, à aprendizagem colaborativa, à modelagem 3D, à aplicação de treinamentos e simulações, os rastreamentos e registros, os displays além dos principais desafios da RA tipos e as implicações de interação em RA – latência, percepção de profundidade, adaptação, fadiga e cansaço visual e conceito de presença.

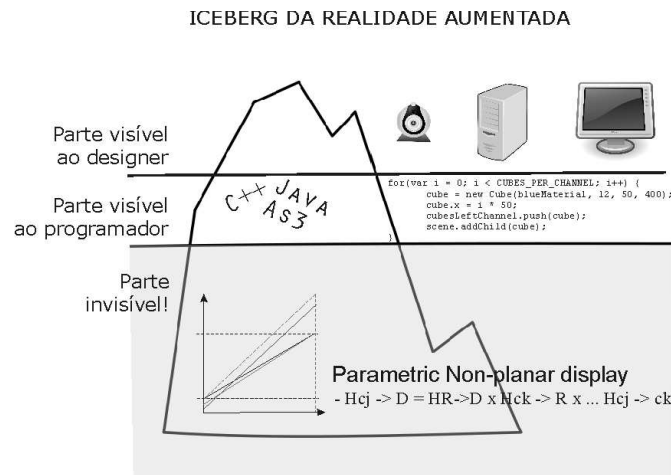
Nascimento Silva, Faria e Rodrigues (2013) investigaram as contribuições da RA para o design industrial. Os pesquisadores analisaram o processo histórico do design industrial, antes e após a introdução das novas tecnologias – a computação gráfica, a digitalização 3D, as tecnologias aditivas e subtrativas de prototipagem rápida, a RV, a RA e a holografia. Apresentaram indícios concretos do uso da RA e da RV para o design industrial. Concluíram estabelecendo uma preocupação quanto ao nível e o modo das instituições de ensino projetual – arquitetura, engenharias e *design* – estarem se preparando para essa revolução tecnológica em seus currículos plenos uma vez que essa realidade já faz parte de empresas e setores produtivos, de projeção e de desenvolvimento, além da fabricação de artefatos industriais.

Segundo Braga (2012), novas tecnologias como a RV, a RA e mesmo a holografia possuem um nível de conhecimento que se assemelha a um grande *iceberg*, cuja ponta visível é apenas um nível mais básico e geral onde os leigos e algumas áreas como artes, *design* ou a arquitetura ainda dominam um pouco. Quanto mais se adentra na parte submersa do *iceberg* mais difícil e especializado se torna o nível do conhecimento dominado apenas pelos engenheiros da computação e físicos, conforme a Figura 153.

Para Bürdek (2010) a persistente virada visual conduziu a modificações substanciais no *design*, tornando-se evidente, por exemplo, com o uso das novas tecnologias de visualização. Nos anos 1990, criou-se o termo *Imagineering*, que se compõe do termo *image* (imagem) com *engineering* (engenharia) – poderia ser traduzido como um neologismo equivalente à Imagenharia. Com o significado de representação do mundo construído artificialmente é utilizado atualmente quando é necessária a representação de novos produtos e sistemas em novos contextos. As ideias (às vezes

difusas) que fazem parte deste processo passam a ser visíveis e compreendidas. Desta forma, o *Imagineering* pertence aos novos métodos que cada vez mais são utilizados de forma estratégica na gestão do *design*.

Figura 153: Iceberg da RA na visão da pesquisadora. Relação designer-tecnologia.



Fonte: Braga (2012).

Este mesmo autor assevera que com grande perfeição, ele é praticado na indústria automobilística hoje em dia. Quer na RV ou na RA, os novos modelos de automóveis são simulados de forma realística por meio de aplicações complexas de computador, onde as fronteiras entre ficção e função são quase abolidas, mesmo para os *experts* no assunto. Exemplos desses usos podem ser verificados na empresa *Realtime Technology* (Munique) ou no escritório *Unit Design* (Frankfurt). Outros centros estão se tornando referência mundial na tecnologia digital como, por exemplo, o *Media Lab* (Estados Unidos), o *ZKM e HfG Karlsruhe* (Alemanha), o *Interaction Design Institute* (Itália).

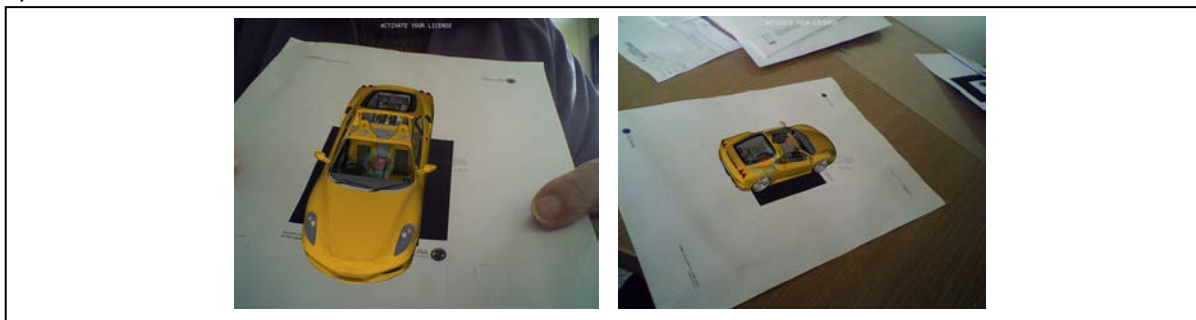
No Brasil, no meio acadêmico, alguns exemplos de instituições já estão desenvolvendo ações e projetos nessa linha, a saber: o Laboratório de Realidade Virtual, da Universidade Federal do Rio de Janeiro; e, o Núcleo de Realidade Virtual, da Universidade de São Paulo entre outras.

Ambas as tecnologias, já estão sendo adotadas no mundo inteiro e, também, no Brasil, envolvendo aplicações no ramo da medicina, automobilismo, aviação, aeronáutica, marinha, espacial, construção civil, imobiliário, jogos e entretenimentos, telefonia, arquitetura, têxtil, moda, petróleo, energia, publicidade, comercialização de produtos entre outros.

Atualmente, está crescendo a quantidade de programas 3D habilitados para receberem atualizações (*pluggins*) destinadas à transformação de projetos em RA como é o caso dos programas *Skech Up – Inglobe Technologies*, o *3D Studio Max*, o *Maya* e o *Blender*, conforme Nascimento Silva, Faria e Rodrigues (2013) e a Figura 154.

Algumas empresas estão investindo bastante em P&D sobre RV e RA. Produtos-conceitos estão sendo concebidos aguardando evoluções e avanços tecnológicos para viabilização dos projetos. Algumas já desenvolveram produtos com base nessas tecnologias. Outras, preferem investir apenas no âmbito da publicidade de lançamento de seus produtos e serviços.

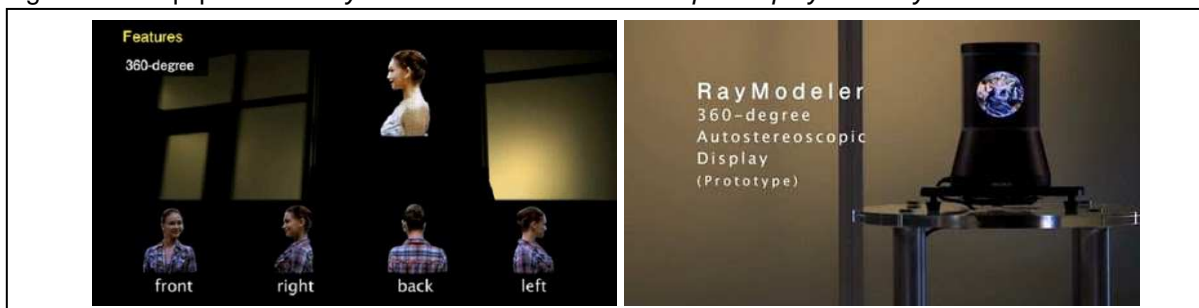
Figura 154: Simulação de *plugin AR Media* a partir de programa versão livre *Google Trimble Sketch Up*.



Fonte: Nascimento Silva, Faria e Rodrigues (2013).

A *Sony*, por exemplo, desenvolveu o *Ray Modeler 360 Autostereoscopic Display*, uma tela selênica que exibe imagens 3D em 360 graus sem a necessidade de usar óculos. O usuário pode circular em volta do equipamento e enxergar a cena ou a imagem capturada em várias câmeras posicionadas em lugares diferentes, como ilustra a Figura 155.

Figura 155: Equipamento *Ray Modeler 360 Autostereoscopic Display* da *Sony*.



Fonte: Imagens extraídas de captura do vídeo oficial da *Sony Corporation*

Outra característica particular, do produto da *Sony*, refere-se à possibilidade de manipulação da imagem por intermédio de *joystick* ou outros periféricos e sensores. A promessa maior é de o equipamento causar mudanças, em primeira instância, para a indústria cinematográfica e de entretenimento para depois produzir desencadeamentos em outras aplicações e segmentos como mostra a Figura 156.

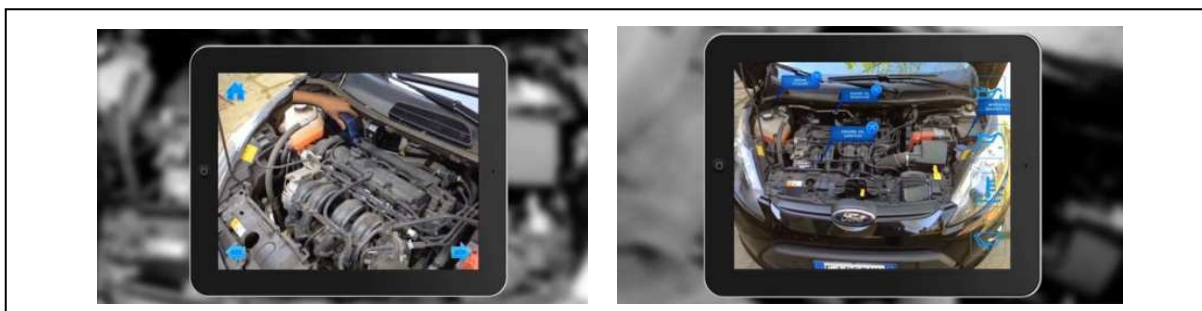
Figura 156: Exposição em evento do *Ray Modeler 360 Autostereoscopic Display* (*Sony*).



Fonte: <http://kr.aving.net/news/view.php?articleId=168895>

A empresa *Inglobe Technology*, por exemplo, desenvolveu um aplicativo para uso da RA durante o treinamento de manutenção e limpeza de motor de automóveis. A câmera de um *tablet*, por exemplo, reconhece o motor e o aplicativo superpõe na tela as animações e instruções de manipulação com o motor do veículo como demonstra a Figura 157.

Figura 157: Aplicativo da *Inglobe Technology* auxiliar com RA na manutenção de motor de veículos.



Fonte: <http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2013/05/aplicativo-de-realidade-aumentada-ajuda-dono-consertar-o-carro.html>

A empresa *Squartz Technologies* acredita que a realidade pode agregar valor às empresas e fabricantes desenvolvendo soluções com RA sem uso da tecnologia ultrapassada de marcadores – *markerless* – por intermédio de outras tecnologias como, por exemplo, reconhecimento facial ou de gestos em diversas plataformas como *Facebook*, *Mobile (iPhone, iPad e Android)*, *Web*, *Kinect*, *Totems*, *Quiosques* e *Displays* como se pode verificar na Figura 158.

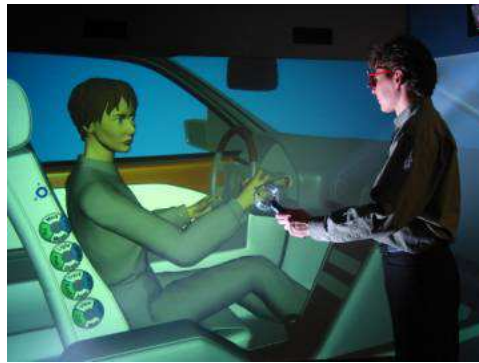
Figura 158: Uso da RA pela *Squartz Technologies* com reconhecimento facial ou de gestos.



Fonte: <http://www.squartz.com.br/site/realidade-aumentada.html>

Outro exemplo refere-se à *Absolut Technologies* ao trazer para a indústria automotiva brasileira e da América Latina a tecnologia *IC IDO* a qual abarca todo o tipo de simulação e manipulação virtual envolvendo todas as fases da projeção de um automóvel, desde a concepção passando pela fabricação, testes de segurança e de funcionamento, ergonomia dentre outras aplicações. A finalidade da ferramenta *IC IDO* é reduzir os custos com prototipagem física ao máximo, como mostra a Figura 159.

Figura 159: Ferramenta IC IDO da empresa Absolut Technologies: simulação e manipulação virtual.



Fonte: http://www.mecanicaonline.com.br/2004/07_julho/engenharia/simulacao_manipulcao.htm

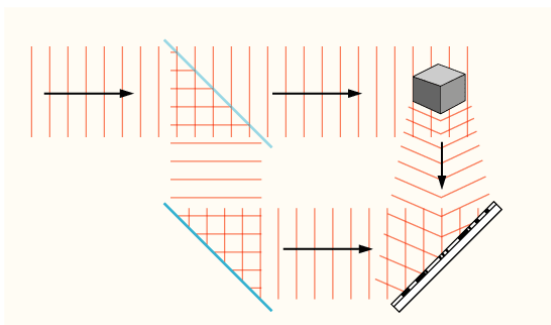
Outras diversas empresas no ramo da aviação, espacial, náutica, motociclismo e de automóveis como a *Ford*, a *Toyota*, a *Audi*, a *Jaguar*, dentre outras, têm aderido à construção de simuladores de RV ou RA durante alguma etapa do desenvolvimento de seus produtos ou durante o lançamento ou a experiência de uso dos clientes.

2.3.5 A Holografia

Segundo Aguilar e López (2004) a humanidade, quanto aos desenvolvimentos da holografia, deve bastante à genialidade de quatro cientistas: *Dennis Gabor*, *Emmet Leith*, *Juris Upatnieks* e *Yuri Denisiuk*. A primeira representação holográfica ocorreu entre os anos de 1947 a 1948 quando *Gabor* reconstituiu pela primeira vez a imagem de um objeto o que lhe rendeu a denominação de *Holograma de Gabor*. Somente cerca de quinze anos após, na década de 1960, com o advento do laser com base em *He-Ne* é que os cientistas *Leith* e *Upatnieks* conseguiram ter condições de gerar hologramas com ondas mais apropriadas à holografia causando uma revolução tecnológica inigualável no setor. Similarmente, em homenagem a eles esse tipo de holograma carregou a denominação de *Holograma de Leith-Upatnieks*. Posteriormente, *Denisiuk* produziu resultados semelhantes adotando-se uma fonte de luz branca.

Para esses autores a linguagem holográfica aparenta grande semelhança com a linguagem fotográfica, mas com suas devidas especificidades. Tanto uma como a outra proporcionam a possibilidade do registro de imagens além do emprego dos meios de registro bastante similares. A principal diferença repousa em duas questões cruciais: uma, pelo fato da fotografia ser lida de modo bidimensional, enquanto a holografia é o registro, a percepção e a visualização tridimensional da forma; a outra, questão diz respeito à possibilidade da holografia armazenar a fase da onda que chega até o meio de registro, algo que a fotografia não possibilita como explicam Aguilar e López (2004), mostrado na Figura 160.

Figura 160: Representação esquemática da geração de holograma.



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Holograph-record-notext.png> acesso em 04.03.2013

A fotografia para se materializar, utiliza-se de luz branca (solar e artificial) cujas ondas eletromagnéticas variam bastante quanto à frequência e intensidade devido aos seus tipos de raios oscilarem de ultravioletas aos de infravermelho. Esse tipo de panorama não é favorável para que a holografia aconteça, ou seja, para que a profundidade seja reproduzida é necessário que haja uma emissão de feixes e raios de ondas eletromagnéticas monocromáticas e que as fases dessas ondas se desloquem juntas na mesma fase algo que caracteriza a mesma coerência e frequência de ondas. Embora a imagem holográfica, normalmente, seja monocromática devido à única frequência de um feixe, como demonstra a Figura 161 há, indubitavelmente, a possibilidade de reproduzir em cores caso, adote-se três feixes de intensidades distintas com as cores primárias – azul verde e vermelho.

Figura 161: Holograma monocromático.

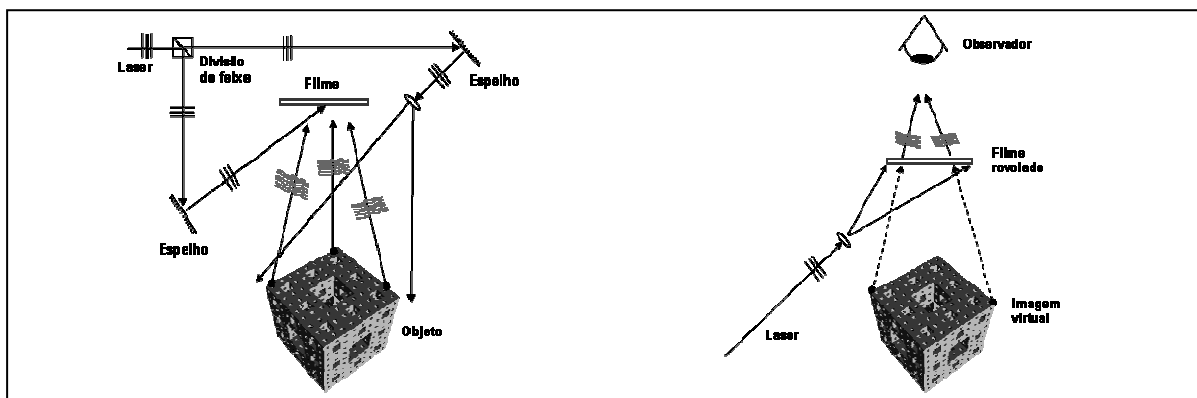


Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/holografia.html> acesso em 04.03.2013

Na holografia também é necessária a presença de espelhos posicionados em locais devidamente estratégicos cujos feixes são refletidos em direções diferentes e se cruzam, novamente, em outra posição gerando a imagem holográfica que não deixa de ser uma imagem virtual.

A imagem holográfica, do ponto de vista do observador é visualizada após uma chapa, normalmente, transparente. Ou seja, entre a imagem visualizada e o observador há um anteparo transparente. Caso haja a introdução de uma tela opaca na distância focal a imagem holográfica pode ser antecipada para perto do observador, de acordo com a Figura 162.

Figura 162: Representação esquemática da geração de holograma.



Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/holografia.html> acesso em 04.03.2013

Normalmente, enquanto a fotografia lida com imagens estáticas cuja profundidade se encerra na superfície de impressão a holografia faz a captura das três dimensões de algo e reconstrói opticamente com a profundidade percebida, com cenas ou, sem, movimento.

Um dos exemplos de referência do ensino no Brasil com holografia refere-se ao Laboratório Holográfico, do Departamento de Artes Plásticas, da Escola de Belas Artes, da Universidade Federal de Minas Gerais. De acordo com o sítio oficial, para a execução de um holograma é necessário basicamente:

- Um laser HeNe com, no mínimo, 5 mW (quanto maior a potência, menor o tempo requerido para a exposição, minimizando o risco de ocorrerem instabilidades mecânicas durante a exposição);
- Uma bancada óptica absolutamente estável e à prova de vibrações (se a montagem óptica vibrar o equivalente a meio comprimento de onda da luz utilizada (633 nm para o laser vermelho de HeNe), o holograma não é formado);
- Um ambiente escuro ou iluminado por luz de segurança (complementar à cor do laser. No caso a luz deve ser verde pois o laser HeNe é vermelho) de baixa potência (15 W);
- Elementos óticos diversos (espelhos, filtros espaciais, divisores de feixe, lentes, suportes, etc.);
- Filmes especiais (os filmes holográficos da série Agfa 8E75HD, mais utilizados até saírem de fabricação em 1997, possuíam uma resolução de 5000 linhas por milímetro. Opção: filmes russos da Red Star). <<http://www.eba.ufmg.br/hololab/tecnicas.html>>

Para os integrantes do Laboratório Holográfico da EBA/UFMG, vide Figura 163, a holografia tem vasta aplicação industrial com interferometria, em testes não destrutivos de diversos materiais e aparelhos, em visualização de fluxos, na medição de contornos, durante a avaliação de estresse mecânico dentre outras.

Figura 163: Mesa com laser e componentes (claro e escuro) e exemplo de holograma de transmissão.



Fonte: <http://www.eba.ufmg.br/hololab/laboratorio.html>

Atualmente, algumas aplicações básicas da holografia mais difundidas no cotidiano das pessoas podem ser observadas no selo de embalagens de *Compact Disks* (CDs), emblemas coloridos de cartão magnético bancário e códigos de barras, conforme ilustra a Figura 164.

Figura 164: Emprego da holografia em CD/DVD como comprovação de originalidade do produto.



Fonte: <http://www.tecmundo.com.br/holografia/4343-holografia-o-3d-ja-esta-com-os-dias-contados-.htm>

A holografia tem sido bastante utilizada em pesquisas científicas, experimentais ou em laboratório para simulação de eventos como é o caso do treinamento de pilotos de aeronaves. Também é frequente o uso da holografia em galerias e museus como uma manifestação cultural e artística, no intuito de reproduzir obras de arte. A Exposição do Santo Sudário¹⁸, por exemplo, em um dos ambientes, adota a imagem holográfica colorida do Santo com o Manto.

Recentemente empresas como a *Virgin*, a *Musion Eyeline*, a *Eyemotion* e a *HoloAD*, dentre outras, têm adotado a holografia como estratégia de lançamento, publicidade e comercialização de produtos, como exemplificam as imagens das Figuras 165, 166 e 167.

Figura 165: Adoção da holografia pela *Toyota*.



Fonte: <http://www.prweb.com/releases/toyota/hologram/prweb500462.htm>

¹⁸ Para maiores informações sobre a aplicação da holografia no Manto do Santo Sudário consultar: <http://m.g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2014/03/capital-recebe-mostra-internacional-quem-e-o-homem-do-sudario.html>

Figura 166: Adoção da holografia para acessar modelos de produtos.



Fonte: <http://www.articlesweb.org/technology/equipment-technology/the-future-of-hologram-technology>

Figura 167: A brasileira *Eyemotion* detém patente nacional de uso da holografia.



Fonte: <http://www.diariodoturismo.com.br/materia.php?mid=31004>

Tudo indica que, embora não represente, a holografia está bem próxima, mais do que se imagina, do cotidiano das pessoas. Em um futuro, não muito distante, aparelhos televisores, de telefonia móvel, de sistemas de teleconferências adotarão a tecnologia holográfica, vide a Figura 168. Centros de pesquisas na Europa, na Ásia e nos Estados Unidos têm realizado pesquisas e desenvolvido inúmeros projetos com esta tecnologia.

Os próprios japoneses¹⁹ já haviam anunciado que, se eleitos fossem para sediarem a Copa Mundial, em 2022, estariam adotando transmissões holográficas durante todo o evento.

Figura 168: Demais aplicações da holografia.



Fonte: <http://cicfuture.blogspot.com.br/2011/06/holografia.html>

A curiosidade, o interesse, o fascínio por essa tecnologia tem crescido tanto que a empresa *Litiholo* desenvolveu um brinquedo científico *Litiholo 3D Laser Hologram Kit* para realização de

¹⁹ Anúncio dos japoneses a respeito do uso da holografia e da RA para a Copa de 2022 em: <http://gizmodo.uol.com.br/japao-prometia-transmissao-holografica-3d-para-copa-de-2022/> e <http://www.tecmundo.com.br/holografia/6859-hologramas-ao-vivo-na-copa-do-mundo-de-2022-.htm>

experimentos envolvendo a holografia por pessoas comuns na sua própria residência, conforme demonstra a Figura 169.

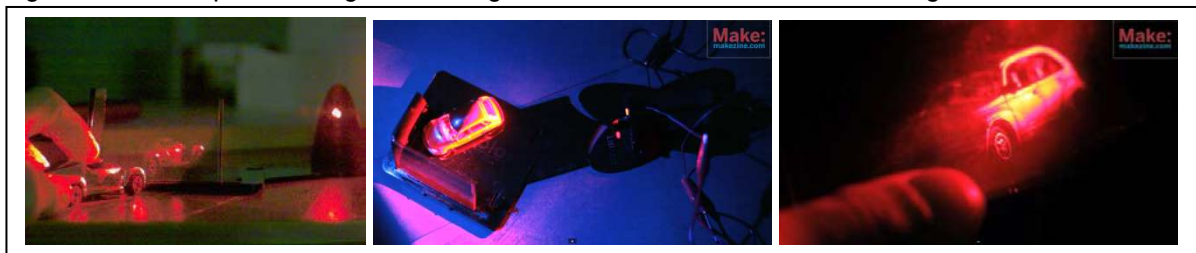
Figura 169: Brinquedo científico da *Litiholo* com experimentos em holografia.



Fonte: <http://blogdebrinquedo.com.br/category/ciencias/page/3/>

Com baixo investimento, munido de um manual de instruções básicas e dos componentes acompanhados torna-se fácil, didático e instigador qualquer pessoa, sem profissionalização requerida estudar, aprender e simular utilizando-se de hologramas próprios, vide Figura 170.

Figura 170: Exemplo de estágios de hologramas com o *Litiholo 3D Laser Hologram Kit*.



Fonte: http://www.litiholo.com/hologram_kits.htm

Por fim, a empresa *RealFiction* desenvolveu o *Dreamoc*, um projetor com tecnologia holográfica, o qual combina um objeto real introduzido no interior de uma câmara com animações 3D que podem ser visualizadas em um raio de 200°, conforme a Figura 171.

Figura 171: O *Dreamoc* da *RealFiction*: projetor holográfico.



Fontes: http://blogdem10.blogspot.com.br/2011_01_01_archive.html;

<http://www.screenrental.eu/specialni-projekce/dreamoc>

Como se podem constatar essas tecnologias prometem causar uma revolução na sociedade dentro das próximas décadas. A área projetual, de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, carece repensar e se preparar para as inovações no intuito de extração do leque de aspectos e das potencialidades e ganhos em termos de qualidade, eficiência, recursos, praticidade dentre outros aspectos, dos quais as novas tecnologias estarão oferecendo.

2.4 A convergência entre o design industrial e as engenharias

As áreas do Design Industrial e das Engenharias possuem uma convergência deveras interessante. Ainda que não tenha sido visualizada anteriormente, como tratado neste estudo de doutoramento, faz com que a semelhança da processualidade metodológica possa ser ressaltada enfatizando a sua contribuição mútua tanto na educação enquanto momento de formação quanto no âmbito profissional caracterizado pelas formas de atuação do mercado e segmentos industriais.

Em verdade, observam-se as áreas que focam a projeção e o desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, a saber, Engenharia Industrial, Engenharia do Produto, Engenharia de Produção, Design Industrial as quais podem se valer da ER, quando deveriam se aproximar umas das outras visando o avanço do conhecimento científico e da ciência, em primeira instância. Em segunda instância, as áreas se beneficiariam, pois ampliariam seus universos de abordagens e experiências metodológicas. Por fim, a sociedade civil, os usuários e consumidores sentiriam reflexos desses progressos em contato com os produtos, artefatos e as tecnologias adquiridas e utilizadas durante suas diferentes necessidades.

A produção desse item tem por finalidade apresentar os principais pontos convergentes entre as engenharias e o design industrial, ou seja, discriminar alguns dos elementos que fazem parte do universo de atuação do design industrial e que de modo semelhante também está presente na dinâmica das engenharias. Uma dessas explicações pode repousar no fato, como já foi visto anteriormente, de ambas terem adotado, a partir da década de cerca de 1950, sob a influência da Escola alemã *HfG* da cidade de Ulm, o método científico para adaptação em seus métodos projetuais específicos.

Os itens relatados, a seguir, embora tenham sido estruturados dentro de uma lógica de raciocínio evolutivo para facilitar a compreensão da tese, da redação e futura leitura dos leitores, apresenta-se similar ao processo de solução de problemas, de projeção ou de desenvolvimento de produtos, algo que não implica que, necessariamente, tenham uma ordem rígida e inflexível.

2.4.1 A Equipe interdisciplinar

Este primeiro tópico parece ser a base de todo o desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais. Parte-se da premissa básica de que não se vive, nem se trabalha só. As profissões, quaisquer que sejam, precisam de múltiplos indivíduos desempenhando funções diferentes e complementares às atividades e não poderia ser diferente na área projetual, principalmente, nos últimos tempos.

Lawson (2011) menciona o trabalho de Peng (1994) o qual identificou dois padrões de perfis em grupos de projeto que desenvolvem e compartilham o mesmo repositório de ideias e de conceitos

de um projeto: i) *o estruturalista* – “trabalha sob a influência de um conjunto principal de regras já conhecidas antes do começo do projeto e que servem para gerar formas, embora, ainda assim, permitam um razoável grau de interpretação pelo grupo”, Lawson (2011, p.232); e, ii) *o metaforista* – “os participantes apresentam as próprias ideias e tentam encontrar outras que possam ser usadas para envolvê-las, organizá-las e dar-lhes coerência”, (Idem).

Como visto anteriormente, os artefatos industriais possuem níveis de complexidades distintos. O nível de complexidade pode variar de acordo com vários fatores como, por exemplo, pelo processo produtivo – artesanal, manufatureiro ou maquinofatureiro; tipos de tecnologias empregadas; pela quantidade de componentes; pelo atendimento de requisitos, parâmetros ou necessidades de usuários; por questões técnicas e mercadológicas, dentre outras. Por isso, naturalmente, com essa variação há uma exigência de *expertise* em assuntos ou áreas específicas algo que dificulta o projeto e o desenvolvimento de artefatos, única e exclusivamente, por um profissional.

Baxter (2011) aconselha que para a formação de uma equipe de projeção torna-se imprescindível ao sucesso ou fracasso do projeto o conhecimento das características de cada participante, suas qualidades individuais, a complementação dos perfis, os pontos fortes e os fracos, as compensações entre os integrantes, de modo que todos esses elementos se somem produzindo uma harmonia e um equilíbrio coletivo favorecendo a atividade integrada do desenvolvimento de produtos.

Embora Lawson (2011) assegure que em algumas dessas circunstâncias o ato de projetar pode ocorrer de modo isolado ou individual, mas na maioria das vezes, isso não deve, nem poderia ser dessa maneira. “[...] Os projetistas profissionais que realmente ganham a vida projetando para os outros costumam trabalhar em equipe, forjando as suas ideias com esforço, em vez de concebê-las com facilidade”, Lawson (2011, p.217).

Baxter (2011) ao apresentar a pesquisa de Belbin (1994) sobre as características da equipe ideal para o desenvolvimento de projetos de produtos deve misturar habilidades diversificadas e personalidades distintas como mostra o Quadro 51:

Quadro 51: A equipe de projeto.

Função	Personalidade	Habilidades	Deficiências
Líder	Calmo, autoconfiante, controlado.	Capacidade de receber igualmente bem todas as contribuições. Forte senso de objetividade.	Não precisa ter inteligência ou criatividade excepcional.
Trabalhador da empresa	Conservador, obediente, previsível.	Capacidade de organizar, senso prático, disciplinado, trabalhador.	Falta de flexibilidade, irresponsabilidade diante de ideias novas.
Modelista	Muito sensível, saliente, dinâmico.	Disposição para enfrentar a inércia, complacência.	Propenso a provocações, irritação e impaciência.
Desenhista/Projetista	Individualista, temperamento sério, não ortodoxo.	Genioso, intelectual, imaginativo, bons conhecimentos.	Cabeça nas nuvens; despreza detalhes práticos ou protocolos.
Pesquisador/Busca de informações	Extrovertido, entusiasta, curioso, comunicativo.	Capacidade de contatar pessoas e descobrir coisas novas.	Perde interesse após a fascinação inicial.
Avaliador/Responsável pelo acompanhamento	Sóbrio, apaixonado, prudente.	Capacidade de julgar, discrição.	Sem inspiração ou capacidade de motivar os outros.

Participantes do grupo	Socialmente orientado, tolerante, sensível.	Habilidade para responder a pessoas e situações. Espírito de equipe.	Indeciso em momentos de conflito.
Responsável pelo acabamento	Meticuloso, metódico, consciente, ansioso.	Capacidade de persistir, perfeccionista.	Preocupação com pequenos detalhes.

Fonte: Baxter (2011)

Para Dym (2010) os diferentes tipos de ambientes cujos projetos de engenharia podem acontecer vão desde as empresas – pequena, média e grande; aos empreendimentos diversos; aos governos – na esfera municipal, estadual e federal; às organizações sem fim lucrativo ou firmas de serviços de engenharia.

[...] nesses diversos lugares para realizar o projeto, os projetistas provavelmente verão diferenças no tamanho de um projeto, no número de colegas na equipe de projeto e no acesso às informações relevantes sobre o que os usuários querem. DYM (2010, p.26-7)

Projetar em equipe não costuma ser uma atividade fácil, pelo contrário. São opiniões e ideias oriundas de personalidades, por vezes, fortes cujos argumentos, com ou sem razão, podem fazer a diferença entre o sucesso ou o fracasso da equipe, conseqüentemente, de um projeto.

Onde há grupos envolvidos na tomada de decisões, não só existem tensões, como também coalizões e, portanto, facções. Frequentemente, portanto, os projetistas precisam de habilidade social para transmitir as suas ideias. Usuários, clientes, legisladores e construtores ou fabricantes têm de ser convencidos e persuadidos para que o projeto realmente se concretize. Em termos gerais, quanto maior a escala do projeto, mais básica e fundamental torna-se essa habilidade. LAWSON (2011, p.220-1)

Durante a vida acadêmica esse aspecto deve ser bem trabalhado na personalidade dos indivíduos, uma vez que na universidade podem-se cometer determinados “erros” com risco zero ou mínimo, já que se trata de um espaço pedagógico, um laboratório de aprendizagem. Por outro lado, no mundo do trabalho os erros costumam bastante podendo inclusive encerrar carreiras ou falir empreendimentos.

Um dos problemas frequentes se observa quando os projetos são desenvolvidos individualmente, pois além de correr o risco de assumir características pessoais e de personificação do autor pode se tornar de solução limitada e superficial diante de tantos fatores e complexidade de abordagens de áreas diferentes.

Baxter (2011) deixa isso transparecer quando afirma que “o tempo do eu sozinho não existe mais”, Baxter (2011, p.149).

O desenvolvimento do projeto é uma atividade eminentemente interdisciplinar e exige trabalho em equipe. Uma equipe congrega diferentes conhecimentos e diferentes habilidades, mas não significa que deva ter mais prazo que no caso do desenvolvimento individual. Uma decisão coletiva é menos suscetível a idiossincrasias pessoais. E o trabalho da equipe pode prosseguir mesmo se houver problemas de natureza pessoal com algum de seus participantes. BAXTER (2011, p.149)

Questões referentes à complementaridade de talentos e habilidades, distribuição de papéis e de funções, reconhecimento do trabalho coletivo, importância da contribuição dos demais, conhecimento dos limites e fronteiras de atuação das áreas, a partilha do sucesso e do fracasso pelos envolvidos, a maturidade intelectual, entre outras, igualmente podem ser lapidadas durante as atividades criativas e de projeção.

Lawson (2011) se dedica a fazer várias menções a respeito da questão que envolve o projetista e as equipes multidisciplinares. Reflexões são apontadas sobre organização social e relações interpessoais, postura comportamental, a personalidade dos indivíduos criativos, as fronteiras entre a liderança e os colaboradores, as metas e objetivos da atividade entre outras.

Este mesmo autor apresenta como exemplo duas posturas diferentes de projetistas de produtos representadas em síntese, uma de *Moulton* – projetistas de bicicletas – e, outra de *Opron* – projetista de automóveis. As duas visões do exemplo de Lawson foram transformadas no Quadro 52.

Quadro 52: Comparativo entre duas visões de projetistas de produtos industriais.

	Moulton	Opron
Segmento industrial	<i>Segmento de bicicletas (Moulton).</i>	<i>Segmento de automóveis (Citroën e Renault).</i>
Forma de desenvolvimento	<i>Valoriza o projeto em equipe, mas somente após o conceito gerado por um indivíduo.</i>	<i>Valoriza o projeto em equipe desde o início do desenvolvimento.</i>
Tensões	<i>Admite as tensões inevitáveis entre o grupo e o indivíduo criativo.</i>	<i>Admite as tensões inevitáveis entre o grupo e o indivíduo criativo.</i>

Fonte: Adaptado de Lawson (2011)

Dym (2010), de outro modo, levanta a problemática multidisciplinar sobre o viés dos projetos com forte natureza das engenharias:

[...] Outro aspecto da prática de projeto de engenharia, cada vez mais comum em projetos e empresas de todos os tamanhos, é o uso de equipes para fazer o projeto. Muitos problemas de engenharia são inerentemente multidisciplinares (por exemplo, o projeto de instrumentação médica); portanto, há necessidade de entender os requisitos dos clientes, dos usuários e das tecnologias em muitos ambientes diferentes. Isso, por sua vez exige que sejam montadas equipes para tratar desses diferentes conjuntos de necessidades ambientais. Claramente, o uso difundido de equipe afeta o gerenciamento dos projetos estruturais". DYM (2010, p.27-8).

Apropriando-se de Panek et al (2013) a Engenharia Simultânea pode favorecer a interdisciplinaridade durante o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP):

O PDIP é uma ferramenta que visa integrar as fases do projeto através do trabalho de equipes multifuncionais formadas por integrantes de diversas áreas do conhecimento e tem como intuito o aumento da qualidade, a redução do ciclo de desenvolvimento do produto, diminuição dos custos, além de desenvolver um produto focado nas exigências do mercado (Miralles; Lucena, 2007). PANEK et al (2013, p.3)

Van der Linden e Lacerda (2012) ao estabelecerem uma reflexão acerca das metodologias projetuais e sua inserção em tempos de complexidade destacam que, nas últimas décadas do século passado, várias transformações sociais estavam ocorrendo e a área projetual caminhava para uma integração de áreas, distintamente, da compartimentação de outrora.

Nessas condições, a integração que se deseja obter entre os atores do processo projetual está longe de uma descrição hierárquica arborescente, típica de uma visão limitada ao pensamento cartesiano; o seu desenho é mais realista se for feito a partir de uma visão sistêmica, como a Teoria da Complexidade. Enfim, como noutras áreas, a metodologia de projeto passou, passa ou necessita passar (dependendo da escola de pensamento projetual) por uma mudança de paradigma. VAN DER LINDEN; LACERDA (2012, p.97)

Wolff (2010) ao extrair de Hein (1984) resgata a necessidade da integração entre as áreas do design, do marketing e da manufatura durante as etapas do processo de desenvolvimento de produtos, a saber, pesquisa de necessidades, princípios do produto, design de produto, preparação para a produção e de realização como ilustra a Figura 172:

Figura 172: Modelo Conceitual da Matriz de Desenvolvimento de Produto Integrado.



Fonte: Wolff (2010); Extraído de Hein (1984)

Desse modo, para concluir, este tópico, torna-se claro que ambas as áreas, as engenharias e o design industrial, devido a natureza da projeção inter e multidisciplinar, necessitam se aproximar, dialogar e convergir na prática, pois em tese e na teoria, a convergência já existe, natural e implicitamente.

2.4.2 O Perfil das áreas

O segundo elemento convergente entre as áreas sob análise trata do perfil dos seus acadêmicos e, por conseguinte, do futuro profissional a ser gestado no seio da academia.

Em consulta realizada às resoluções nº 5, de 8 de março de 2004 e nº 11, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior, as quais tratam das Diretrizes Curriculares Nacionais dos bacharelados de Design e de Engenharia, respectivamente, pode-se visualizar os perfis curriculares para a formação desses profissionais, conforme o Quadro 53.

Por este quadro é possível visualizar os pontos fortes comuns os quais podem ser lapidados e aplicados em prol de uma formação voltada ao processo de PDIP salientado por Panek et al (2013).

Quadro 53: Perfil acadêmico e profissional de Design* e Engenharia.

	Resolução CNE/CES, nº 5, de 8 de março de 2004, Artigo 4º (Design). Citação na íntegra.	Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, Artigo 4º (Engenharia). Citação na íntegra.
Perfil da formação do profissional	<p>"I - Capacidade criativa para propor soluções inovadoras, utilizando domínio de técnicas e de processo de criação;</p> <p>II – Capacidade para o domínio de linguagem própria expressando conceitos e soluções em seus projetos de acordo com as diversas técnicas de expressão e reprodução visual;</p> <p>III – Capacidade de interagir com especialistas de outras áreas de modo a utilizar conhecimentos diversos e atuar em equipes multidisciplinares na elaboração e execução de pesquisas e projetos;</p> <p>IV – Visão sistêmica de projeto, manifestando a capacidade de conceituá-lo a partir da combinação adequada de diversos componentes materiais e imateriais, processos de fabricação, aspectos econômicos, psicológicos, sociológicos do produto;</p> <p>V – Domínio das diferentes etapas do desenvolvimento de um projeto, a saber: definição de objetivos, técnicas de coleta e de tratamento de dados, geração e avaliação de alternativas, configuração de solução e comunicação de resultados;</p> <p>VI – Conhecimento do setor produtivo de sua especialização, revelando sólida visão setorial, relacionado ao mercado, materiais, processos produtivos e tecnologias abrangendo mobiliário, confecção, calçados, joias, cerâmicas, embalagens, artefato de qualquer natureza, traços culturais da sociedade, softwares e outras manifestações regionais;</p> <p>VII – Domínio de gerência de produção, incluindo qualidade, produtividade, arranjo físico de fábrica, estoques, custos e investimentos, além da administração de recursos humanos para a produção;</p> <p>VIII – Visão histórica e prospectiva, centrada nos aspectos socioeconômicos e culturais, revelando consciência das implicações econômicas, sociais, antropológicas, ambientais, estéticas e ética de sua atividade".</p>	<p>"I – Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;</p> <p>II – Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;</p> <p>III – Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;</p> <p>IV – Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;</p> <p>V – Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;</p> <p>VI – Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;</p> <p>VII – Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>VIII – Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>IX – Atuar em equipes multidisciplinares;</p> <p>X – Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;</p> <p>XI – Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;</p> <p>XII – Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;</p> <p>XIII – Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional".</p>

** O termo Design se encontra acompanhado em asterisco, por ser a nova nomenclatura dada à área segundo o Ministério da Educação, a qual contempla a antiga área do Desenho Industrial. O autor não concorda, com essa classificação, por entender, conforme já foi adiantado no início da Revisão Teórica, que Design, necessariamente, não é Design Industrial por englobar muitas outras abordagens que não são de desenvolvimento de artefatos industriais voltados para a indústria de massa. Mas, por força das circunstâncias impostas, é no Design, ou melhor, no Design de Produto que o antigo Desenho Industrial se acomodou.*

Fontes: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces05_04.pdf;
<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>

A partir de Holtzaple e Reece (2006), ao estipularem as principais características de um engenheiro de sucesso, pode-se compreender e perceber o porquê da semelhança entre as engenharias e o design industrial com o Quadro 54.

Quadro 54: Perfil e características dos engenheiros e designers industriais.

Engenheiros	
Habilidades interpessoais	
Habilidades comunicacionais	
Espírito de liderança e empreendedor	
Demonstração de competência	
Pensamento lógico	
Pensamento quantitativo e qualitativo	
Compromisso com o início, meio e fim do projeto	
Formação e educação continuada	
Instalação e manutenção contínua de acervo visual e de literatura especializada	
Fiabilidade no cumprimento de prazos e etapas de projetos	
Honestidade	
Nível elevado de organização	
Bom senso e razoabilidade	
Curiosidade apurada	
Criatividade	

Os designers industriais possuem forte identificação com o perfil dos engenheiros resguardando-se suas especificidades próprias, os níveis de intensidade e abordagens provenientes de outros campos do conhecimento.

Fonte: Adaptado de Holtzaple e Reece (2006)

Pode-se constatar, então, pelas resoluções e informações citadas, grosso modo, uma forte proximidade, sinergia, congruência e complementaridade de competências entre os engenheiros e os designers industriais.

Segundo Baxter (2011), geralmente, o perfil ideal do indivíduo para atuar junto ao projeto de novos produtos deve ser criativo, com capacidade de produzir concepções, habilidades desenhísticas e de construção de modelos físicos, “além de ter um faro instintivo para o mercado, concebendo produtos com os quais os consumidores sempre sonharam”, Baxter (2011, p.148).

Infelizmente, o modelo educacional brasileiro não tem proporcionado, com raríssimas exceções pontuais, fruto de algumas iniciativas institucionais isoladas, um ambiente propício para que ambas as formações atuem, ainda no âmbito acadêmico, de modo integrado e complementar. Existem barreiras invisíveis que precisam, urgentemente, serem transpostas nesta direção. Não restam dúvidas que os artefatos projetados entre os acadêmicos – futuros profissionais – com formação complementar e interdisciplinar têm enorme potencial e probabilidade de ganhar em originalidade e salto inovador.

Baxter (2011) atesta que no futuro a multifuncionalidade será uma característica pertinente aos melhores projetistas uma vez que poderão com naturalidade discutir pesquisas de mercado, produzir desenhos de apresentação de grande realismo do novo produto ou selecionar materiais e processos de fabricação do novo produto.

O mais importante é ter conhecimentos básicos e metodológicos para o desenvolvimento de novos produtos, para coordenar as atividades de

projeto. Os conhecimentos específicos poderão ser obtidos com outros profissionais dentro da própria empresa ou com consultores externos. A capacidade de usar métodos básicos em cada uma dessas três áreas – marketing, engenharia e desenho industrial – capacitará o projetista a ter uma visão global sobre o processo de desenvolvimento de novos produtos. BAXTER (2011, p.20)

Lawson (2011), por sua vez, destaca que o perfil dos projetistas deve moldá-los a se tornarem indivíduos capazes de estabelecer opiniões e formar pensamentos críticos no sentido de melhorar sua práxis projetual.

Os projetistas precisam ser capazes de fazer avaliações objetivas e subjetivas e conseguir formar juízos sobre os benefícios relativos de cada uma delas, ainda que se baseiem em métodos de medição incompatíveis. Na verdade, os projetistas podem desenvolver ferramentas particulares para avaliar projetos em relação aos critérios que, muitas vezes, são importantes para eles, seja devido ao tipo de objeto que costumam projetar, seja devido aos princípios condutores que desenvolvem. LAWSON (2011, p.274)

Nesta mesma linha se podem apontar características como a versatilidade e a polivalência para se moldar e se adequar às diferentes situações projetuais. Um projetista exemplar tem perspicácia e sabedoria para desenvolver artefatos de baixa, média ou alta complexidade com a mesma eficiência e competência profissional. Sabe elencar seus instrumentos metodológicos de projeto de acordo com cada nova realidade. Domina com a mesma segurança e presteza as habilidades de oratória, manuais, técnicas, operacionais, intelectuais, criativas ou projetuais quando for necessário explorar.

Isso pode ser mais bem compreendido em estudos como o de Bucciarelli (2002) ao se debruçar na investigação e compreensão do modo de trabalho e de atuação dos projetistas, nesse caso, dos engenheiros, mas também pode ser dos designers industriais ou até mesmo outra profissão.

Este é um livro diferente de histórias – uma história sobre três projetos de design, dois dos quais eu observei em primeira mão. Como um etnógrafo que não foi convidado apenas para jantar, mas para ajudar com as compras, cortar e descascar, eu fui capaz de participar do processo de projeto em uma empresa de engenharia que produziu módulos fotovoltaicos e de outro que fez máquinas de inspeção de raio-x para os aeroportos. Minha terceira história, baseada em uma extensa experiência em consultoria, descreve o subsistema de um projeto de uma máquina de processo photoprint, do tipo que você vê em lojas, muitas vezes acompanhadas de uma etiqueta externa, produzindo ampliações de quatro por seis polegadas do tio Charlie em frente da Torre Eiffel. BUCCIARELLI (2002, p.1)

2.4.3 A Solução de problemas projetuais

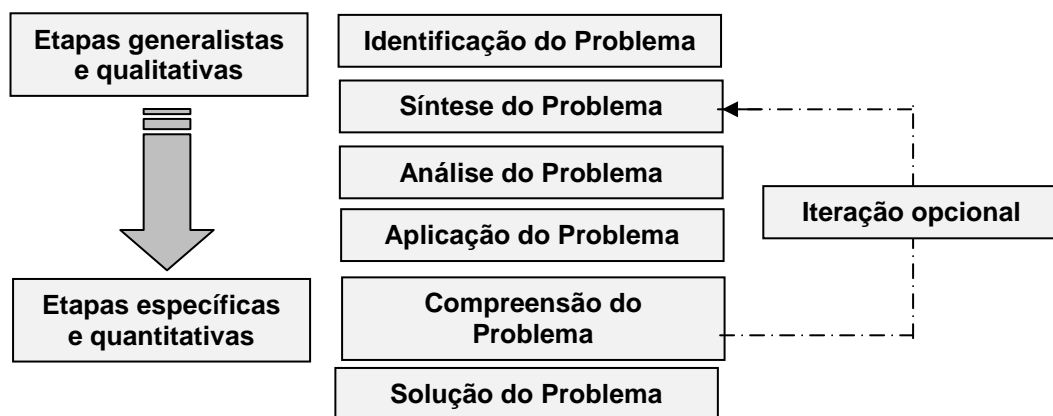
O terceiro elemento integrador reside no fato de ambas às áreas lidarem com a busca de solução de problemas. Tanto os engenheiros quanto os designers industriais são profissionais devotados à solução de problemas de ordem projetual. Isso faz sentido porque juntamente com os arquitetos, os designers industriais e os engenheiros fazem parte da mesma área projetual explica Gomes (1996).

Segundo Holtzaple e Reece (2006) “um problema é uma situação enfrentada por um indivíduo ou um grupo de indivíduos, para a qual não há uma solução óbvia”, Holtzaple e Reece (2006, p.55-6)

Os autores citados elencam os problemas mais comuns em engenharia quanto: à *pesquisa, de conhecimento, de defeitos, matemáticos, de recursos, sociais e de projeto*. Para estes autores, “este último é a essência da engenharia e exige criatividade, trabalho de equipe e conhecimento amplo”, (Idem).

Desse modo, Holtzaple e Reece (2006) asseguram que procedimentos básicos devem ser seguidos para se solucionar os problemas de projeto, de modo ordenado e gradual, sempre partindo de etapas iniciais mais generalistas e qualitativas até atingir os estágios finais caracterizados por mais específicos e quantitativos. Desse mesmo princípio comungam os designers industriais durante a projeção, como mostra a Figura 173.

Figura 173: Procedimentos para a solução de problemas.



Fonte: Adaptado de Holtzaple e Reece (2006)

Lawson (2011) também, ao citar Cross (1990), revela sobre as características e habilidades dos projetistas:

Produzem soluções novas e inesperadas, toleram a incerteza, trabalham com informações incompletas, aplicam a imaginação e a capacidade de previsão construtiva a problemas práticos e usam desenhos e outras formas de modelagem como meio de resolver problemas. [...] Eles têm de ser capazes de resolver problemas mal definidos, de adotar estratégias focadas na solução, de empregar o pensamento abduutivo/produtivo/aposicional e de usar meios não-verbais, gráficos e de modelagem espacial. LAWSON (2011, p.267)

Holtzaple e Reece (2006), por sua vez, apresentam uma comparação entre a postura de um indivíduo experiente e outro inexperiente ao se deparar com a solução de problemas, conforme o Quadro 55:

Quadro 55: Comparação entre experientes e novatos durante a solução de problemas.

Característica	Pessoa experiente	Pessoa inexperiente
Abordagem	Motivada e persistente; Lógica; Confiante; Cuidadosa;	Facilmente desencorajada; Ilógica; Desprovida de confiança; Descuidada;
Conhecimento	Entende os requisitos do problema; Relê o problema; Entende fatos e princípios;	Não entende os requisitos do problema; Dá-se por satisfeita com uma leitura; Incapaz de identificar fatos e princípios;
Ataque	*Divide o problema em partes; Entende o problema antes de começar;	Ataca o problema de uma só vez; Tenta calcular a resposta imediatamente;
Lógica	Usa princípios básicos; Trabalha logicamente de etapa em etapa;	Usa intuição e palpites; Pula de uma ideia a outra aleatoriamente;
Análise	Organizada; Pensa cuidadosa e profundamente; Define termos de forma clara; Cuidadosa a respeito de relações e significado de termos;	Desorganizada; Espera que a resposta apareça; Insegura a respeito do significado de símbolos; Apressa-se a conclusões infundadas sobre o significado de termos;
Perspectiva	Tem sensibilidade para a correta ordem de grandeza de respostas; Entende as diferenças entre assuntos importantes e não importantes; Usa princípios básicos para estimar a resposta;	Acredita, sem críticas, nas respostas produzidas pela calculadora ou computador; Incapaz de diferenciar entre os assuntos importantes e não importantes; Incapaz de estimar a resposta;

* Muito importante; Fonte: Holtzaple e Reece (2006).

O processo da busca de solução de problemas possui inúmeras “armadilhas” as quais os projetistas mais experientes e acostumados com o processo possuem seus instrumentos mais adequados que podem ter sido construídos durante a sua jornada acadêmica, profissional ou experiência de vida. O tipo de problema detectado também, dependendo da sua complexidade e da quantidade de fatores a serem explorados, pode determinar o tempo, o método e os instrumentos a serem eleitos.

De acordo com Baxter (2011) a quantidade de ideias, alternativas, conceitos ou propostas produzidas para se atingir a solução do problema está diretamente relacionada ao nível de envolvimento, de informações compiladas e do estímulo ao processo criativo dos envolvidos.

Quanto mais você explorar as alternativas possíveis para solucionar o problema, mais perto estará da melhor solução. Na verdade, esse momento pode ser apenas o ponto culminante de muitos meses ou anos de pesquisa debruçando-se sobre o problema, analisando as alternativas e explorando as muitas ideias que não serviram, até que a solução seja finalmente encontrada. Em muitos casos, foram essas alternativas fracassadas que criaram o caminho para a solução. O mesmo acontece com o desenvolvimento de novos produtos. BAXTER (2011, p.21-2)

Desse modo, os engenheiros e designers industriais são preparados para solucionar problemas projetuais e de ordem material. Durante sua formação acadêmica além de diversos conteúdos teórico-práticos devem-se priorizar o domínio dos métodos projetuais, das técnicas de criatividade e das experimentações com exercícios projetuais e de simulações de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais.

2.4.4 O Processo criativo

O quarto elemento de convergência entre as engenharias e o design industrial tratado na tese diz respeito à criatividade. Embora a criatividade faça parte de muitas outras áreas do conhecimento humano, como as Artes, a Pedagogia, a Educação, a Psicologia, dentre outras, nesta tese será tratada sob o viés da área projetual, como um conjunto de práticas planejadas, sistematizadas, controladas e aplicadas na busca da solução de problemas de ordem material e projetual.

Morris (2010) ao abordar as principais características do perfil criativo dos designers industriais caracteriza o êxito da sua postura e do seu perfil quando: i) assumem visão diferente e questionadora; ii) ganham novas experiências; iii) realizam explorações e brincadeiras; iv) adotam atitudes subversivas rompedoras de regras; v) estabelecem adaptações; vi) inspiram-se na natureza; vii) provocam a prática reflexiva; viii) trabalham com os materiais; ix) assimilam as tecnologias; x) constroem novos caminhos; xi) criam as conexões; xii) exploram as técnicas criativas; e, xiii) aproveitam as oportunidades latentes.

Baxter (2011) cita a famosa máxima de *Thomas Edison* salientando que “há muita verdade na afirmação de Thomas Edison: criatividade é 1% de inspiração e 99% de transpiração”, Baxter (2011, p.87). Este mesmo autor complementa ainda reforçando que “a criatividade geralmente resulta de associações, combinações, expansões ou visão, sob um novo ângulo, de ideias existentes”, (Idem).

Gomes (2001; 2011), quanto ao design industrial, produziu várias obras literárias, mas duas merecem destaque quanto à questão da criatividade. A primeira delas, intitulada *Criatividade: projeto, desenho, produto* trata do processo criativo como algo indissociável do processo e do método projetual, das formas de representação e expressão e, como uma consequência disso, a idealização das formas por intermédio dos produtos. Uma década após, o segundo estudo intitulado *Criatividade e design: um livro de desenho industrial para projeto de produto*, este autor retoma algumas dessas questões, mas amplia o leque da criatividade como instrumentação na educação criativa e projetual; insere a criatividade nas outras áreas que configuram a área projetual, a saber, arquitetura e engenharia; e, ressalta a importância dos 3ís da criatividade e seus desdobramentos configurados na *ilusão* para a fantasia, na *invenção* para a engenhosidade e na *inovação* para o desenho projetual de produto.

Baxter (2011) estabelece, ainda, uma ponte indissociável entre a criatividade, a área projetual, a inovação e o poder de competitividade assumido pelo seu uso.

A criatividade é o coração do *design*, em todos os estágios do projeto. O projeto mais excitante e desafiador é aquele que exige inovações de fato – a criação de algo radicalmente novo, nada parecido com tudo que se encontra no mercado. Infelizmente, a maior parte da vida dos projetistas é dedicada a projetos menos inovadores, incluindo o redesenho de produtos existentes, o alargamento de uma linha de produtos existentes, ou o aperfeiçoamento de um produto para alcançar um concorrente. Mas isso não diminui a importância da criatividade. BAXTER (2011, p.85)

Munari (2008) também aborda essa questão da criatividade associada ao método projetual salientando que compete ao projetista romper com as “barreiras” quando os métodos projetuais estiverem bloqueando o seu processo criativo e projetual.

O método de projeto, para o projetista, não é absoluto nem definitivo; pode ser modificado caso ele encontre outros valores objetivos que melhorem o processo. E isso tem a ver com a criatividade do projetista, que, ao aplicar o método, pode descobrir algo que o melhora. Portanto, as regras do método não bloqueiam a personalidade do projetista; ao contrário, estimulam-no a descobrir coisas que, eventualmente, poderão ser úteis também aos outros. Infelizmente, um modo de projetar muito difundido nas escolas consiste em incitar os alunos a encontrar ideias novas, como se tivessem de inventar tudo, desde o princípio, todos os dias. Isso em nada contribui para que os jovens alcancem uma disciplina profissional e eles são orientados em direções erradas – pelo que, quando tiverem concluído o curso, encontrarão grandes dificuldades no trabalho que escolheram. MUNARI (2008, p.11-2)

Embora Holtzaple e Reece (2006) afirmem que a criatividade raramente é abordada em cursos de engenharia, do mesmo modo, atestam que a criatividade faz parte da engenharia assim como em outras áreas e profissões criativas. De acordo com estes autores a criatividade para os engenheiros se limita a leis da física e da economia diferentemente de outras áreas que possuem pouca ou quase nenhuma restrição técnica como é o caso das artes (música, pintura, escultura, desenho etc.), conforme o Quadro 56.

Quadro 56: Profissões criativas.

Profissão	Objetivos	Restrições
Escritor	Comunicação, exploração de emoções, desenvolvimento de personagens.	Linguagem
Artista	Comunicação, criação de beleza, experimentação com diferentes mídias.	Forma visual
Compositor	Comunicação, criação de novos sons, exploração do potencial de cada instrumento musical.	Forma musical
Engenheiro	Simplicidade, maior confiabilidade, maior eficiência, custo reduzido, melhor desempenho, menor dimensão, menor peso, etc.	Leis físicas e economia

Fonte: Extraída de Holtzaple e Reece (2006)

Ainda que estes autores não tenham incluído no Quadro 56 o arquiteto e, outras profissões torna-se necessária visualizar a inclusão do profissional em design industrial unindo as características criativas do artista com as físicas e econômicas do engenheiro acrescentando uma restrição sociocultural advinda das humanidades. O novo item no Quadro 57 deveria ser, desse modo, apresentado contemplando o design industrial:

Quadro 57: Profissão criativa do design industrial.

Profissão	Objetivos	Restrições
Design Industrial	Comunicação, criação de beleza, experimentação com diferentes mídias; maior confiabilidade, maior eficiência, custo reduzido, melhor desempenho, menor dimensão, menor peso, etc.	Leis físicas; princípios da economia; forma visual; aspectos socioculturais.

Fonte: Inspirado em Holtzaple e Reece (2006)

Holtzaple e Reece (2006) também esclarecem que o processo criativo pode, grosso modo, ser constituído por *pensadores desorganizados*, *pensadores organizados* e *pensadores criativos*, onde o último tipo se caracteriza pela junção das informações dos dois tipos anteriores, e que, além disso, um indivíduo ou uma profissão criativa deva equacionar adequadamente dois elementos denominados de “análises” e de “sínteses”. A capacidade analítica dos eventos e fenômenos geram inúmeras informações as quais devem sofrer reflexões e desdobramentos de sínteses.

Baxter (2011), por sua vez, estabelece uma classificação da criatividade por etapas a serem percorridas do início ao fim do processo criativo e projetual. Segundo este autor “a criatividade pode ser estimulada seguindo-se determinadas etapas, a saber: i) *inspiração inicial*; ii) *preparação*; iii) *incubação*; iv) *iluminação*; e, v) *verificação*”, Baxter (2011, p.86).

Quanto às características de um engenheiro ser criativo ou exercitar essa capacidade Holtzaple e Reece (2006) enumeram os seguintes itens: i) Ser persistente; ii) Usar a pergunta por quê; iii) Inconformar-se com tudo; iv) Aprender com os imprevistos e acidentes; v) Estabelecer analogias e interconexões; vi) Fazer generalizações para ganhar interconexões; vii) Desenvolver compreensão qualitativa e quantitativa; viii) Ter aptidões de visualizar; ix) Desenvolver habilidades de desenho e representação; x) Possuir pensamentos sem restrições de fronteiras; xi) Possuir interesses amplos e diversificados; xii) Colher informações especializadas quando necessário; xiii) Trabalhar sem preconceitos até a natureza discernir naturalmente; e, xiv) Manter um acervo de ferramentas e instrumentos metodológicos de engenharia.

Algo pertinente a ser colocado é que o processo criativo da área projetual visa equacionar diversos requisitos de projeto como econômicos, técnicos e estéticos, entre outros, mas principalmente que resulte em algo inovador e original.

De modo distinto, o processo criativo nas Artes está livre de parâmetros e requisitos desta natureza e representa a maneira como o artista exterioriza suas impressões e manifestações sobre as coisas, o mundo e tudo a sua volta. A criação artística também não costuma se preocupar se sua obra terá ou não aceitação do público, algo que na área projetual, comporta-se de modo essencial e oposto, uma vez que repercute na identificação dos usuários e consumidores, conseqüentemente, no aumento das vendas aquisição e consumo dos artefatos industriais.

É necessário formar engenheiros, técnicos, cientistas, administradores que tenham como categorias-chave: conhecimento, informação e, principalmente, criatividade. NOJIMA (1997, p.62)

Do mesmo modo, Baxter (2011) apresenta a Figura 174 onde em uma coluna situa as principais fases do processo criativo e, ao lado, outra coluna contendo as principais ferramentas as quais podem ser adotadas em cada fase para se conseguir maior êxito em cada fase. As ferramentas passíveis de adoção para cada etapa podem ser inúmeras e variadas, Baxter (2011) exemplifica apenas algumas delas descrevendo seus procedimentos metodológicos.

Figura 174: Fases do processo criativo e suas respectivas ferramentas.

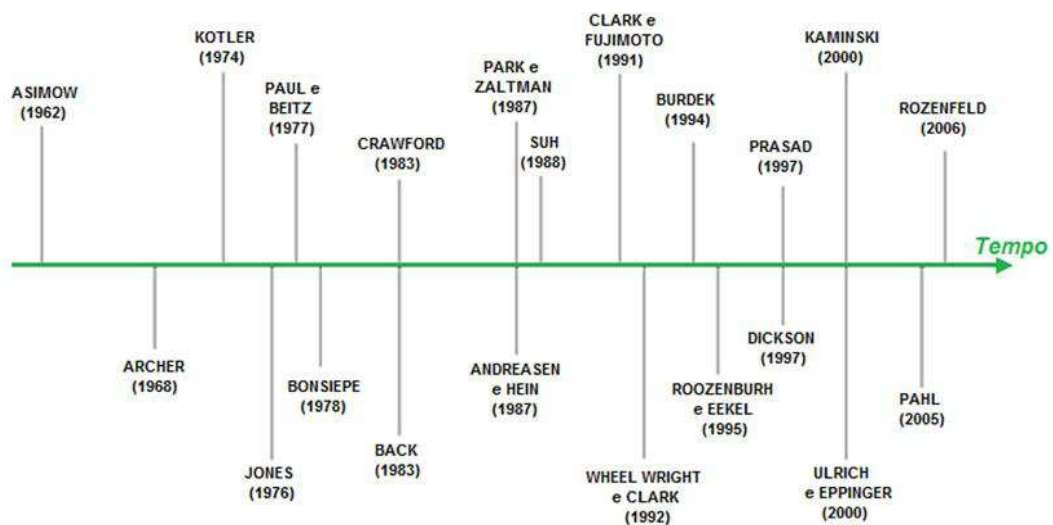
1. Preparação Explore, expanda e defina o problema; Levante todas as soluções existentes.	Ferramentas	Análise paramétrica; Análise do problema.
2. Geração de ideias Pense somente nas ideias – deixe as restrições práticas para uma etapa posterior; Procure ideias fora do domínio normal do problema; Use técnicas para redução, expansão e digressão do problema.	Ferramentas	Procedimentos: Anotações coletivas; Brainstorming; Brainwriting; Sinética. Técnicas: Permutação das características; Análise das funções do produto.
3. Seleção da ideia Considere tanto os bons como os maus aspectos de todas as ideias; Combine ideias aproveitando as partes boas de cada uma.	Ferramentas	Matriz de avaliação; Votação.
4. Revisão do processo criativo Avalie o processo de solução de problemas.	Ferramentas	Fases integradas da solução de problemas (FISP).

Fonte: Baxter (2011)

2.4.5 A Projetação e o método projetual

O presente elemento de convergência entre as áreas sob análise reflete o ato de se projetar como a essência da atividade projetual a qual acolhe, como instrumento eficaz para a sua realização, os métodos projetuais. Existem, obviamente, inúmeros métodos projetuais, com características peculiares, dos quais esse estudo não tem a pretensão de se aprofundar, mas que findam com o mesmo princípio e a lógica de um início, um meio e um fim durante o processo da busca da solução de problemas, conforme a Figura 175.

Figura 175: Linha do tempo de métodos projetuais (1962 a 2006).



Fonte: Peralta, Pereira e Ferreira (2013). Adaptação de Jung (2009).

Para Löbach (2001) o processo projetual é desencadeado e monitorado pelo designer industrial, por intermédio de um processo criativo e sistematizado, onde ao percorrer as etapas se esmera “em desenvolver um produto inovador dotado de um elevado número de características valorizadas pelos usuários”, Löbach (2001, p.139).

Munari (2008) apresenta uma visão coerente, mas bastante simplista do ato de projetar:

Projetar é fácil quando se sabe como fazer. Tudo se torna fácil quando se conhece o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema, e os problemas com que deparamos na vida são infinitos: problemas simples que parecem difíceis porque não se conhecem e problemas que parecem impossíveis de resolver. MUNARI (2008, p.2)

Até o projetista adquirir a tranquilidade de projetar algo como se fosse uma “brincadeira” fácil da maneira assegurada por Munari (2008), desencadear um processo com naturalidade e automático, exige longos anos e inúmeras experiências projetuais anteriores. Ainda, assim, com toda a experiência e vivência projetual, cada novo projeto tem suas “armadilhas” as quais exigem dos envolvidos novas ordens, arranjos e combinações além de bastante envolvimento e produção. Portanto, tal processo não é tão fácil assim como destaca Munari (2008).

Por outro lado, Lawson (2011) cita uma frase de *Wittgenstein* onde afirma o contrário de Munari (2008): “Projetar é mais difícil que filosofar”, Lawson (2011, p.267).

Isso fica patente nos esclarecimentos feitos de Löbach (2001) sobre a evolução do ato de projetar durante os tempos:

Projetar é uma ação artificial e complexa. [...] A complexidade do projeto foi progressivamente aumentando em função da crescente complexidade do cenário em que operava: limitação dos recursos naturais, crise financeira internacional, sustentabilidade, globalização dos mercados, saturação de atendimento das necessidades básicas de um quinto da humanidade e dificuldade de atendimento das necessidades de sobrevivência dos outros 4/5 restantes, formam hoje as principais fronteiras que obrigam o design contemporâneo a romper e adequar continuamente as suas práticas. LÖBACH (2001, p.139)

A tese de Munari (2008), sob certo sentido de razão, reside no fato de acreditar que quando se aprende a resolver problemas projetuais pequenos, o processo para resolver os de maior complexidade são bastante semelhantes.

Quando se aprende a enfrentar pequenos problemas, pode-se pensar também em resolver problemas maiores. O método de projetar não muda muito, apenas mudam as áreas: em vez de resolver o problema sozinho, é necessário, no caso de um grande projeto, aumentar o número de especialistas e colaboradores e adaptar o método à nova situação. MUNARI (2008, p.2)

Lawson (2011) trata do ato de projetar no âmbito das características e habilidades pessoais dos projetistas como algo que pode fazer a diferença na facilidade de execução do projeto:

[...] Projetar é um processo altamente pessoal e multidimensional. [...] Os projetistas costumam colaborar em equipes e que, nelas, os indivíduos desempenham papéis bem especializados. Alguns podem ser muito bons

na idealização conceitual inicial e outros, mais hábeis nas formas de representação, como desenhos, maquetes ou modelagem em computador. Outros ainda podem ser mais habilidosos na concretização técnica das ideias ou mesmo na real fabricação dos objetos projetados. LAWSON (2011, p.266)

Bonsiepe (2011) lembra que as novas tecnologias estão disponibilizando várias ferramentas úteis ao desencadeamento do método projetual e, portanto da projeção:

Quanto aos conteúdos dos projetos, oferece-se, hoje, um panorama consideravelmente mais amplo, fato explicável pelo avanço dos processos digitais. A informática e a indústria da computação oferecem hoje novas ferramentas para a visualização rápida de conceitos projetuais e permitem sua rápida transformação em modelos tridimensionais (*rapid prototyping*). Além disso, abrem-se novos campos de atuação para o *design*, sobretudo nas novas mídias. Entre outros, elas possibilitam o uso do *design* como ferramenta cognitiva para a apresentação e transmissão de conhecimentos. BONSIEPE (2011, p.213)

Para finalizar a discussão Munari (2008) toca em uma questão crucial criada e perpetuada no meio, algo que este autor intitulou de “projetista romântico”:

Por isso, é bom fazer uma distinção imediata entre o projetista profissional – que tem um método de projeto, graças ao qual seu trabalho é realizado com precisão e segurança, sem perda de tempo – e o projetista romântico, que tem uma ideia genial e que procura forçar a técnica a realizar algo extremamente difícil, dispendioso e pouco prático, mas belo. MUNARI (2008, p.12)

Para os autores Holtzapple e Reece (2006) o método de projeto em engenharia se utiliza de conhecimentos gerados pelo método científico. Durante esse processo se valem de modelos – *qualitativos, quantitativos, matemáticos, computacionais digitais e analógicos além dos modelos físicos* – para analisar os inúmeros sistemas físicos.

Embora engenheiros usem conhecimento gerado pelo método científico, eles não empregam o método rotineiramente; este é o reino dos cientistas. Os objetivos de cientistas e engenheiros são diferentes. Os cientistas se preocupam em descobrir *o que é*, enquanto os engenheiros se preocupam em projetar *o que será*. Para alcançar seus objetivos, os engenheiros utilizam o método de projeto de engenharia que pode ser sumariamente apresentado como: i) identificar e definir o problema; ii) reunir a equipe de projeto; iii) identificar restrições e critérios para atingir o sucesso; iv) buscar soluções; v) analisar cada solução em potencial; vi) selecionar a melhor solução; vii) documentar a solução; viii) comunicar a solução à gerência; ix) construir a solução; x) verificar e avaliar o desempenho da solução. HOLTZAPPLE E REECE (2006, p.18-21)

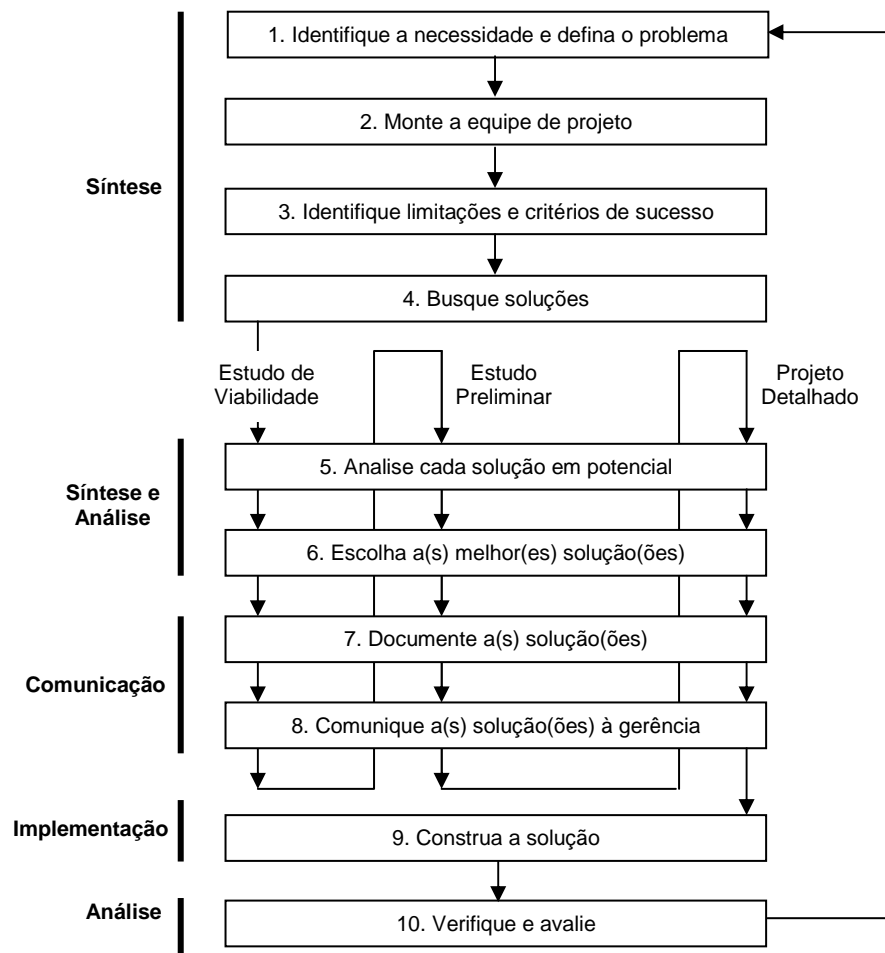
Dym (2010) acrescenta, ainda, sobre projetos de engenharia:

É um processo sistemático e inteligente no qual os projetistas geram, avaliam e especificam estruturas para equipamentos, sistemas ou processos cuja(s) forma(s) e função(ões) atende(m) os objetivos dos clientes e as necessidades dos usuários, enquanto satisfazem um conjunto de restrições especificadas. DYM (2010, p.28)

Um estudo deveras estimulante, de *Hosnedl, Dvorak e Kopecky (2013)*, trata da integração e da interdisciplinaridade de projetos de engenharia entre a pesquisa e o ensino em cooperação mútua com parceiros industriais. O estudo mostra uma metodologia de trabalho que concilia elementos conflituosos no ensino e na pesquisa de engenharia como elementos de base metodológica e instrucionais com as abordagens teóricas e abstratas dos modelos matemáticos e da lógica. A metodologia de trabalho foi validada a partir do uso dos sistemas técnicos (*TTS*), ferramenta pertencente à área da ciência da engenharia de construção (*EDS*), produzindo contribuições às demais áreas criativas e de projeto.

A Figura 176 ilustra de modo esquemático as etapas de um método projetual (*Holtzaple e Reece, 2006*), sob o viés da engenharia. Como se pode verificar, por sinal, bastante semelhante aos métodos projetuais adotados pelos designers industriais.

Figura 176: Método de projeto de engenharia.



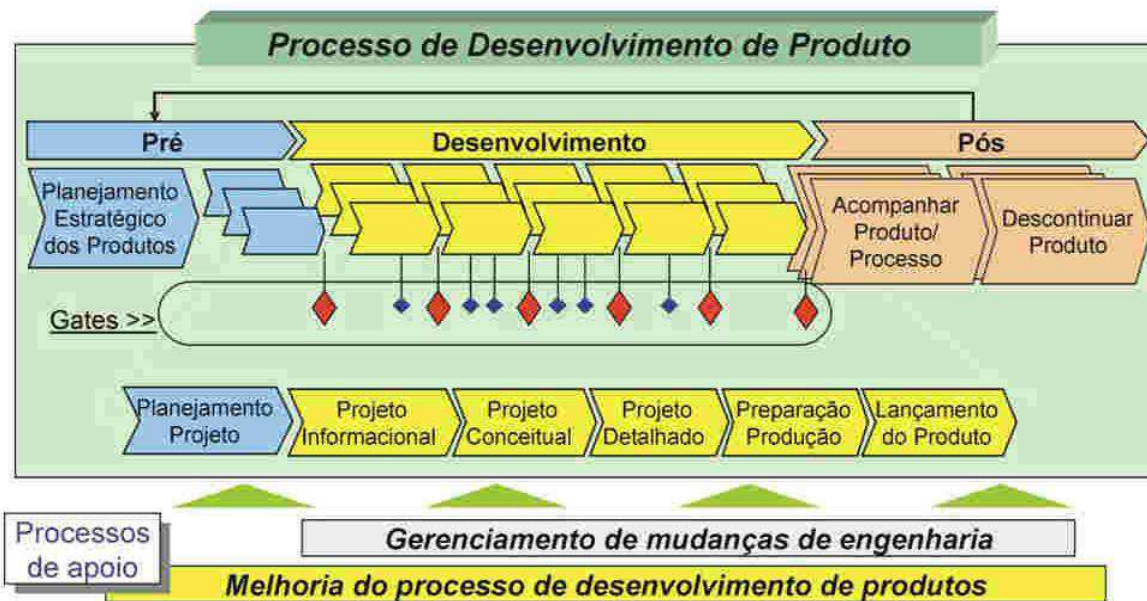
Fonte: Holtzaple e Reece (2006)

Segundo Naveiro (2008), ao esclarecer a caracterização do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), em capítulo de livro organizado por Batalha (2008), este autor afirma que a atividade projetual está diretamente “vinculada à estratégia de negócios das empresas, sendo

considerada uma atividade crítica para o sucesso e a competitividade das mesmas”, Batalha (2008, p.148-51). A esse processo, a onde se insere vários profissionais, dentre eles aqueles responsáveis pela projeção dos artefatos industriais e dos produtos tais como os designers industriais e os engenheiros, denomina-se Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), e se prolonga “desde o planejamento do lançamento do produto até a sua desativação e disposição, uma vez finalizada a vida útil do mesmo”, (Idem).

A Figura 177 demonstra o Processo de Desenvolvimento de Produto idealizado por Rozenfeld et al (2006), citado por Toledo et al (2009), onde podem ocorrer atividades conjuntas entre vários profissionais de formação diferente, dentre eles, os engenheiros, economistas, administradores, designers industriais e publicitários.

Figura 177: Processo de Desenvolvimento de Produtos de Rozenfeld et al (2006).



Fonte: Toledo et al (2009); Extraído de Rozenfeld et al (2006).

Holtzaple e Reece (2006) ao mencionarem a diversidade dos projetistas envolvidos como uma alternativa salutar ou prejudicial, afirma que dependendo de como, os integrantes da equipe de desenvolvimento de produtos a encaram pode ser uma fonte inesgotável de fraqueza ou de fortaleza. “É uma fonte de força quando pessoas com diferentes conhecimentos e habilidades trabalham todas juntas no problema técnico”, Holtzaple e Reece (2006, p.5). Por outro lado, “é uma fonte de fraqueza se colegas de equipe são tão diferentes que não conseguem se comunicar, ou desconfiam um do outro e não conseguem trabalhar juntos para um objetivo comum”, (Idem).

No âmbito do projeto com a ER, Back et al (2008) apresentam os seguintes passos verificados no Quadro 58:

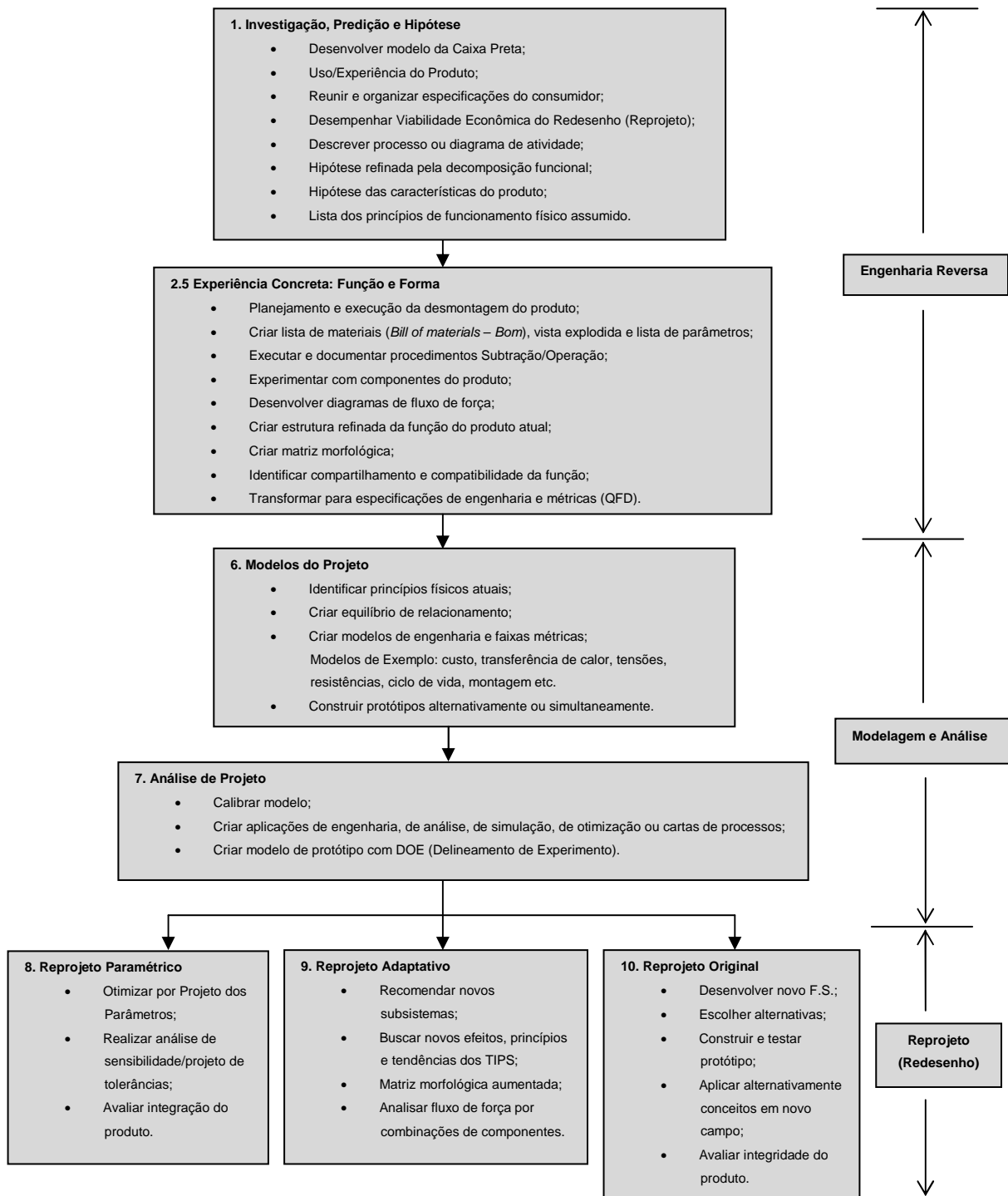
Quadro 58: Etapas de projeto com ER segundo Back et al (2008)

1 passo	Examinado o produto físico ou o desenho técnico do mesmo, determinam-se as relações do sistema técnico com o meio ambiente, selecionando e analisando as interfaces, ou as entradas e saídas, e analisando e caracterizando o fluxo funcional entre as entradas e saídas;
2 passo	Determinação e descrição do princípio de funcionamento do sistema. Isso pode ser feito, primeiramente, compondo os elementos funcionais, eliminando juntas ou uniões fixas e elementos de funções auxiliares, simplificando a configuração na forma adequada da função. Em segundo lugar, são substituídos os elementos funcionais por símbolos esquemáticos, que são ligados por linhas simples ou indicações do fluxo das funções representativas dos elementos;
3 passo	Determinação e descrição da estrutura funcional. Separando os grupos funcionais, o sistema é representado por uma estrutura funcional e são determinadas ou medidas as grandezas funcionais envolvidas e as relações de entradas e saídas de cada função da estrutura;
4 passo	Determinação e descrição da função global do sistema. A função principal e as secundárias ou parciais são substituídas por uma função global na sua forma mais abstrata, junto com as especificações do produto;
5 passo	Estabelecida a abstração do sistema, esta pode ser utilizada para os objetivos seguintes: comparação da concepção e das especificações de produtos concorrentes; cópia de um produto existente; reprojeto paramétrico; reprojeto adaptativo, com variações de alguns princípios de solução; e invenção de nova solução para contornar privilégio de patentes;
6 passo	Nos casos de reprojeto paramétrico e/ou adaptativo do próprio produto ou de invenção de nova solução para contornar proteções de patentes, o procedimento para chegar ao novo produto é o mesmo, o método da função síntese descrito. Isto é, desenvolver estruturas funcionais variantes com o objetivo de encontrar uma estrutura melhor, montar a matriz morfológica de princípios solução e desenvolver concepções alternativas.

Fonte: Extraído de Back et al (2008, p.324-7)

A Figura 178 representa uma conceituada ferramenta metodológica de Otto e Wood (1998) sobre ER. Como se pode verificar, através do método de Otto e Wood (1998), tanto os engenheiros como os designers industriais podem desempenhar as fases de reprojeto e de ER de modo integradas e interdisciplinarmente.

Figura 178: Metodologia de Engenharia Reversa e Reprojeto (Redesenho).



Fonte: Tradução do autor; Extraído de Otto e Wood (1998).

2.4.6 As Funções para produtos e artefatos industriais

Este elemento convergente entre o design industrial e as engenharias parte da premissa de que, conforme já salientado anteriormente, as funções existentes em um projeto podem ser de diferentes naturezas, mas independente disso, sempre se constituem aspectos de grande importância durante a projeção.

Lembre-se, apenas, no resgate histórico, o longo debate entre as correntes funcionalistas – do utilitarismo, do essencialismo e do racionalismo – em detrimento daquelas vertentes estilísticas, formais e repletas de adornos e ornamentações desnecessárias. Talvez esse legado histórico tenha se incumbido, inapropriadamente, de se produzir dois estereótipos: de um lado, os engenheiros, mais funcionalistas ou utilitaristas e, de outro, os designers industriais mais formalistas ou estilísticos.

Tanto em projetos de design industrial quanto de engenharias as funções sempre se farão presentes. O que deve ser destacado é que, dependendo do perfil da área as funções assumem recortes ou importâncias diversificadas. Por exemplo, no caso da área do design industrial, devido a sua configuração, conforme Löbach (2001), as funções prioritárias podem assumir um caráter *prático* - voltadas ao uso, manuseio, operacionalidade dos produtos; *estético* – voltadas aos aspectos sensorio-formais e de percepção estilística; ou *simbólico* – voltadas ao imaginário e repositório sociocultural.

Por outro lado, citando Dym (2010), nas engenharias, as funções parece serem configuradas basicamente aos aspectos práticos – de funcionamento, desempenho e eficiência; aos aspectos técnicos – de fabricação, resistência, segurança ou legislação; ou econômicos – de viabilidade econômica na relação custo-benefício para a empresa ou a sociedade.

De Moraes (2010) traz uma abordagem a qual essa separação, dicotomia e falta de diálogo e interação entre as áreas de design industrial e engenharias pode estar com os prazos contados. O fato da imaterialidade e da virtualidade representada pela era da eletrônica e da informatização tem estabelecido em voga um olhar diferente sobre as funções a serem atendidas pelos produtos.

[...] Hoje é exigida outra capacidade dos *designers*, uma vez que os valores técnicos e objetivos passaram a ser como *comodities* do projeto de *design*, ou seja: os fatores objetivos continuam a existir, mas não são mais esses valores que determinam sozinhos a qualidade e a diferenciação entre um produto industrial e outro. Hoje, a estética, a interface, a afetividade e a usabilidade são também reconhecidos como fatores determinantes de qualidade. São exigidos dos *designers* contemporâneos, portanto, outros conhecimentos e abordagens que antes não eram necessariamente considerados; necessidades tidas anteriormente como secundárias, imateriais e subjetivas, e que são relacionadas aos fatores psicológicos, semânticos, semiológicos, da interface e do sentimento humano. DE MORAES (2010, p.20)

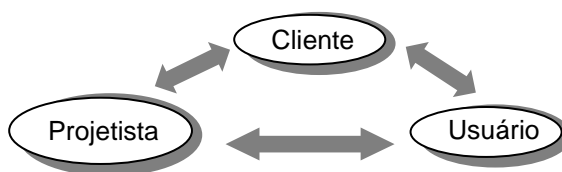
Em períodos anteriores, determinados produtos e artefatos industriais se sustentavam apenas com funcionamentos e operações mecânicas e analógicas onde o campo da engenharia se debruçava, isoladamente, durante e após a projeção. Atualmente, com as novas tecnologias, o que antes se resolvia apenas com componentes mecânicos e físicos, necessita da reformulação e adequação aos componentes eletrônicos e digitais. Cita-se apenas o exemplo dos automóveis que a partir da última década do século XX iniciaram a introdução e a popularização dos computadores de bordo. Parafraseando De Moraes (2010), isso demonstra a necessidade de interação e conexão com outras áreas mais próximas da intervenção e atuação dos designers industriais uma vez que dentre outras habilidades, estes últimos dominam questões “psicológicas, semânticas, semiológicas, da interface e do sentimento humano”, (Idem).

2.4.7 Os Usuários dos produtos e artefatos industriais

Outro elemento convergente entre as áreas em estudo trata da questão dos usuários. A população, de um algum modo, direta ou indiretamente, utiliza-se dos projetos concebidos pelos designers industriais e engenheiros. Mas, há uma diferença sutil entre o foco dos usuários por parte de cada área.

Dym (2010) descreve uma série de semelhanças entre o projeto de engenharia e o projeto de design industrial. Uma delas diz respeito aos envolvidos no projeto afirmando que existem três papéis desempenhados no instante em que ocorre o projeto de um produto de engenharia, algo simplificado pelo triângulo da Figura 179:

Figura 179: O triângulo projetista-cliente-usuário.



Fonte: Dym (2010)

Obviamente, existe o projetista. Em seguida, existe um cliente, a pessoa, grupo ou empresa que deseja a concepção de um projeto, e existe o usuário, a pessoa (ou o conjunto de pessoas) que realmente utilizará o que está sendo projetado. DYM (2010, p.25-6)

Similarmente à projeção em engenharia, o designer industrial – projetista – se vê constantemente envolvido com clientes – externos ou internos – e usuários. As necessidades e os requisitos são itens de projetos demandados por clientes e usuários. Compete ao projetista apresentar soluções de projeto que atendam aos anseios de ambos.

Bonsiepe (1997) ao tratar dos artefatos e objetos e sua relação com os usuários cita que a interface é a maior característica diferenciadora do foco do design industrial para o das engenharias.

Artefatos são objetos para possibilitar ações efetivas. A interface, como mencionado acima, é o tema central do *design*. A interface permite explicar a diferença entre engenharia e *design*. No entanto, ambos são disciplinas projetuais. O *design* visa aos fenômenos de uso e da funcionalidade de uso. No centro de seu interesse se encontra a eficiência sociocultural na vida cotidiana. As categorias da engenharia, porém, não captam os fenômenos de uso, ou seja, a integração dos artefatos à cultura cotidiana. Elas recorrem ao conceito da eficiência física, acessível aos métodos das ciências exatas que não captam os fenômenos de uso, ou seja, a integração dos artefatos à cultura cotidiana. BONSIEPE (1997, p.17)

Portanto, independentemente da diferenciação de ênfase dada por cada área o resultado da concepção projetual se destina a alguém. A sociedade se torna usuária dos artefatos de designers industriais ou de engenheiros. Acredita-se que este seja um ponto crucial de aproximação durante e após os projetos realizados.

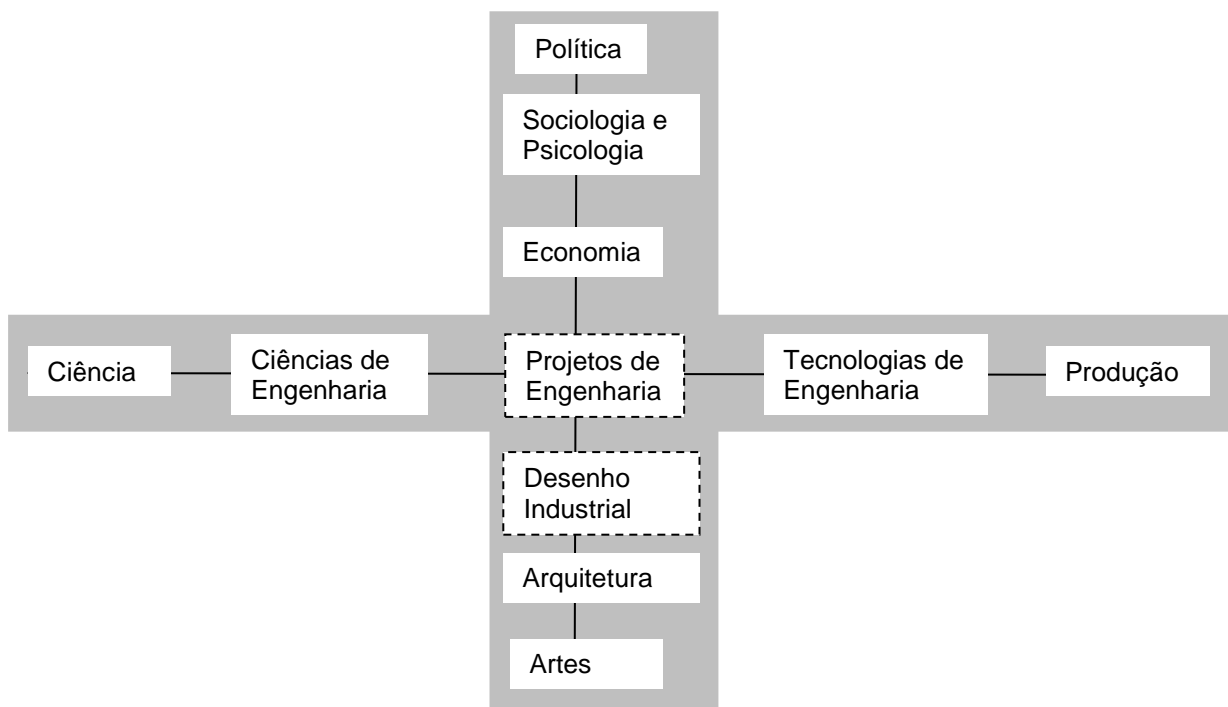
2.4.8 A Investigação empírico-científica

Esse elemento convergente entre ambas as áreas reflete o espírito de investigação e experimentação que permeia o design industrial e as engenharias. Durante as atividades de projeção, mas também em outros campos do ensino, da pesquisa ou da extensão os atributos investigativos e experimentais se fazem presentes.

A Hfg-Ulm aceitou as ciências como ponto central de referência para o ensino e a prática do *design*. Além disso, insistiu na pesquisa, sobretudo pesquisa experimental na área do *design* para criar um acervo de conhecimentos específicos. BONSIEPE (2011, p.204)

Pahl e Beitz (1999) ao se deterem em *Projetos de Engenharia* construíram a Figura 180, bastante interessante, uma vez que situa a relação das engenharias com outras áreas do conhecimento humano. Como se pode constatar o viés projetual da engenharia está ao lado do design industrial no eixo vertical. É a área mais próxima na parte inferior e isso demonstra uma grande conexão mais que a arquitetura e as artes. No eixo vertical superior, as engenharias estão ao lado da economia e isso implica dizer a importância econômica seguida da relevância social e política dos projetos. Por outro lado, no eixo horizontal, as engenharias, em uma direção, encontram-se adjacentes à ciência e à medida que caminha na outra direção se aproxima das tecnologias e processos de produção.

Figura 180: A atividade central do projeto de engenharia.



Fonte: Pahl e Beitz (1999)

Nesse sentido, não somente as engenharias como também o design industrial herdaram do conhecimento científico alguns princípios fundamentais, dentre os já citados, a investigação e a

experimentação. Ainda se pode mencionar questões lógicas e racionais, aspectos analíticos e de sínteses, as técnicas e instrumentos qualitativos e quantitativos, a verificação de hipóteses entre outros. Esses elementos podem aparecer tanto nas pesquisas realizadas por ambas as áreas, como na implantação de projetos para a comunidade – de extensão, mas essencialmente na execução das fases dos métodos projetuais.

Bonsiepe (2012) esclarece que uma das maiores distinções do projeto entre as engenharias e do design industrial reside no fato do primeiro se deter ao que este autor denomina de “eficiência física” enquanto, no segundo caso, a função e funcionalidade estão intimamente atreladas “às atividades da vida cotidiana inseridas numa dinâmica sociocultural”, Bonsiepe (2012, p.19).

Ao contrário de outras disciplinas universitárias, o *design* não se orienta, prioritariamente, para a geração de novos conhecimentos científicos, mas visa às práticas da vida cotidiana. O *design* enfoca o caráter operacional dos artefatos materiais e semióticos, interpretando a sua função e a funcionalidade não em termos de eficiência física, como acontece nas engenharias, mas em termos de comportamento incorporado em uma dinâmica cultural e social. (Idem)

Assim, De Moraes (2010) compreende a área do *design* de fácil interligação com as demais disciplinas do conhecimento humano:

O *design*, portanto, se apresenta como uma disciplina transversal (e mesmo atravessável) ao aceitar e propor interações multidisciplinares que se relacionam com a precisão das áreas exatas, passando pelas reflexivas áreas humanas e sociais até chegar à liberdade de expressão das artes. Na verdade, o *design* amplia ainda o seu diálogo com as disciplinas tecnológicas, econômicas e humanas, bem como com as do âmbito da gestão, da semiótica e da comunicação. DE MORAES (2010, p.10)

Uma das maiores preocupações de Bonsiepe (2012), em algumas de suas publicações (2011 e 1997), diz respeito ao modo como se tentou no passado, nos anos de 1960, por influência das ciências das engenharias, de reduzir a prática projetual do design industrial a cálculos matemáticos e algoritmos como se os problemas projetuais pudessem ser solucionados a partir de uma fórmula pré-configurada onde se lançam os dados e uma calculadora ou computador processa as informações e apresenta possibilidades ou a solução definitiva. Corroborar-se com este autor, pois projetar artefatos, sistemas de comunicação ou ambientes envolve tantas variáveis objetivas quanto subjetivas e, isso, os sistemas inteligentes artificiais ainda não atingiram qualidades humanas como sensibilidade ou intuição.

Tanto que Celaschi, na apresentação do livro *Metaprojeto*, do autor De Moraes (2010), retoma essa preocupação destacando:

[...] É bastante comum a existência de um mal-entendido dentro da cultura científica internacional que usa o método projetual para descrever os processos projetuais típicos da engenharia dos sistemas complexos (do qual deriva indubitavelmente a abordagem racional do projeto). Nesses processos guiados pela engenharia, projetar é sinônimo de dimensionar soluções em respeito à quantidade de recursos disponíveis, à procura por soluções certas para problemas que podemos definir técnicos e que normalmente apresentam soluções consideradas como corretas ou, pelo

menos, racionalmente justas. DE MORAES (2010); Apresentação de Celaschi.

Deste modo, De Moraes (2010) estruturou o que o próprio autor denominou de “metaprojeto” como uma superplataforma capaz de se adaptar às diversas situações da atualidade que envolve projetos:

Tudo isso nos servia de reflexão sobre o real papel da metodologia convencional (métodos e modelos projetuais então em prática) e seus limites em corresponder a questões tão complexas e de difícil delimitação por parte do mercado e da cultura projetual. Porém, a crise da metodologia em prática se inicia não porque o método deixou de ter importância para o projeto no mundo contemporâneo, fluido e globalizado. A crise ocorre, ao contrário, pelo fato de que suas linhas guias se tornaram insuficientes para a gestão do projeto, dentro de um cenário de complexidade estabelecido, uma vez que os elementos de possível interligação utilizados durante o ato projetual na era moderna eram conectados de forma previsível e linear, quase sequenciais, tendo sempre como referência os fatores técnicos e objetivos inerentes ao projeto. Novas ferramentas criativas se fizeram, portanto, necessárias para cobrir essas lacunas que os modelos metodológicos, até então utilizados, não eram mais capazes, sozinhos, de atender, DE MORAES (2010, p.XX)

Acredita-se, quanto ao *metaprojeto* de De Moraes (2010), que se mostra saudável no sentido apenas de reflexão sobre a dinâmica do mundo contemporâneo e a preocupação de ajustes a serem feitos no modo de se projetar. No entanto, compete aos envolvidos a perspicácia e a capacidade criativa de se moldar a cada nova realidade projetual e, isso, diferentemente do que acredita De Moraes (2010), qualquer projetista criativo e experiente tem condições de eleger o método projetual mais adequado, combinar vários métodos e instrumentos úteis ao desenvolvimento, inclusive buscando subsídios pertinentes das demais áreas do conhecimento humano. Assim, o *metaprojeto* aparenta ser apenas mais uma tentativa redundante de reinventar uma nomenclatura nova para algo já existente.

2.4.9 As Técnicas analíticas de artefatos, de sistemas e de processos

Normalmente, os acadêmicos de design industrial e de engenharias utilizam-se das técnicas analíticas de artefatos, de processos ou sistemas em determinados estágios da projeção como maneira de adquirir informações sobre os objetos de estudo. As análises feitas podem resultar em uma infinidade de dados qualitativos ou quantitativos. Como destacado, anteriormente, isso envolve um trabalho investigativo e empírico característico do campo da ciência enquanto construção do conhecimento investigativo.

Bonsiepe (2011), embora alguns pensadores possam discordar dele, enfatiza que:

Existia – e ainda existe – uma série de argumentos favoráveis para relacionar o *design* e o ensino do *design* com as ciências: i) as ciências se desenvolvem num processo cumulativo, gerando um crescente volume de conhecimentos; ii) as ciências possuem um arcabouço de métodos específicos, se bem que não exista um consenso sobre o valor universal dessas práticas padronizadas; iii) as ciências têm o objetivo de servir como fundamento para o desenvolvimento tecnológico e industrial; iv) as ciências ocupam uma posição de indiscutível destaque nas instituições de ensino

superior; e, v) as ciências são fomentadas por meio de verbas governamentais e privadas para incentivar as pesquisas e publicações. BONSIEPE (2011, p.226-7):

Mas, o segredo que poucos conhecem diz respeito ao potencial que se pode obter na reaplicação das informações para o processo criativo e projetual. Essa, talvez seja a diferença entre os meros analistas e os verdadeiros projetistas.

Apesar da abordagem diferente entre a ciência e o *design*, já que o *design* é caracterizado por olhar para o mundo da perspectiva projetual, e a ciência o encara pela perspectiva do reconhecimento, pode-se e devem-se gerar conhecimentos e realizar pesquisas na área do *design*. Avanços nesse sentido são alentadores, desde que permitam a aplicação de critérios de excelência e competência próprios, não derivados de outras tradições, evitando assim os perigos do ritualismo científico. Na atual fase histórica, que se caracteriza por uma intensa inovação científica, tecnológica e industrial, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de gerar conhecimentos a partir da perspectiva de projetar, sobretudo tratando-se de problemas complexos que excedem o *know-how* de uma disciplina particular. BONSIEPE (2012, p.19)

Portanto, durante a preparação acadêmica da área projetual deve haver um percentual de carga horária curricular que aborde essas questões, algo que Holtzaple e Reece (2006) denominaram de trabalho dos *músculos de análise* e dos *músculos de síntese*. Para esses autores “Tanto a análise quanto a síntese são partes do processo criativo”, Holtzaple e Reece (2006, p.23).

Assim, os métodos e instrumentos sistematizados de investigação e coleta de dados como os métodos projetuais e a própria ER adquirem relevante papel neste processo.

Lawson (2011) ao citar o designer industrial *Kenneth Grange* reproduz em uma única frase o que se espera desse processo: “É preciso bisbilhotar [...] para descobrir aquilo que, de repente, fica óbvio”, Lawson (2011, p.255).

Somente pelo trabalho minucioso, criterioso, paciente, aprofundado, sistematizado e criativo, tão comum aos cientistas, é que se podem descobrir coisas antigas e novas que aparentam obviedade, mas que só as enxerga quem as busca de forma analítica e processa novas sínteses. Semelhanças estão presentes na práxis dos projetistas engenheiros e designers industriais.

Petroski (2008), no âmbito das engenharias, aborda essas questões ao investigar, por intermédio de estudos de casos, várias temáticas, a saber: cliques de papel, lápis, zíperes e velcro, latas de alumínio, aparelhos de fax, aeronaves, água e saneamento, pontes e grandes edifícios.

No campo do design industrial merece destaque Bonsiepe (1984) com a explicitação de um método projetual e a coletânea de três volumes organizados por Stephan (2008, 2010 e 2012). No último exemplo, foram relatados inúmeros casos de projetos de artefatos por detrás dos bastidores do processo criativo. Neste percurso foram apresentados vários métodos de desenvolvimento de artefatos, caracterizados por cada equipe, escritório, empresa ou profissionais autônomos além da demonstração de aplicabilidade das técnicas analíticas dos artefatos industriais.

Blanchfield (2002), na obra *How products are made*, também relata inúmeros casos de como os produtos são fabricados e como funcionam. Na mesma linha, várias técnicas analíticas de

produtos, de sistemas e de processos de fabricação foram repassadas com uma riqueza de detalhes e de informações técnicas.

Bonsiepe (2012, 2011, 1997 e 1984) também se preocupa com o uso das técnicas analíticas e investigativas de artefatos ou processos como subsídios ao processo criativo e projetual e de forte aproximação ao conhecimento científico obtido pelas práticas da ciência desde os anos da década de 1960.

Comunga-se com Bonsiepe (2011 e 2012) onde qualquer ação, estratégia, ou projeto de pesquisa ou de extensão além das disciplinas curriculares de cursos de design industrial, ainda que sejam básicas ou de fundamentação, devem ter um fim claro de aplicabilidade projetual.

Percebe-se que na área projetual se faz bastante pesquisa científica no Brasil, mas o que se aplica efetivamente na projeção não expressa a importância de encarar o projeto como uma “espinha dorsal” da profissão, vide Nascimento Silva (2009). Por exemplo, todas as informações adquiridas nos estágios iniciais da execução de um método projetual, por isso as fases iniciais se denominam por termos ou expressões sugestivas como “problematização”, “preparação”, “coleta de dados” dentre outras, é que servirão de “combustível” para o “motor” do processo criativo. Normalmente, quando a obtenção e investigação das informações iniciais se apresentam de modo precário, insuficiente ou superficial, o “motor criativo” não rende o quanto poderia dificultando a descoberta da solução projetual.

Talvez, no futuro, eliminem-se os hiatos entre ciências e projeto. Não se trata de intentar transformar o processo projetual numa ciência ou incluindo conhecimentos científicos no projeto de sistemas complexos, mas de criar uma Ciência enriquecida pela categoria do projeto. Em vez de considerar o projeto pela perspectiva das ciências, poder-se-ia inverter o olhar e desenvolver as ciências a partir da cultura e dos critérios do projeto. Deve-se admitir que essa é uma especulação audaciosa e pouco fundamentada; porém, isso não diminui sua plausibilidade. BONSIEPE (2011, p.219)

De modo análogo, o conhecimento científico na área projetual deva ser encarado como uma atividade-meio com vistas a subsidiar a atividade-fim, ou seja, a atividade projetual. Muito se tem perdido ao reduzir ou retirar a atividade-fim projetual das estruturas curriculares e, em seu lugar, produzir apenas ciência ou conhecimento científico reproduzindo apenas gerações de teóricos projetuais.

2.4.10 A Representação bi e tridimensional

O outro elemento convergente entre as áreas de estudo trata do processo de representar gráfica e visualmente as ideias e conceitos gerados da solução de problemas. Na busca da solução projetual as ideias precisam ser exteriorizadas. Não faz parte desse processo que as ideias e conceitos permaneçam interiorizadas no pensamento dos idealizadores.

Uma das habilidades mais valiosas dos projetistas se refere à capacidade de representá-las em superfícies para que possam sofrer inúmeras análises, reflexões, desdobramentos, evoluções, aperfeiçoamentos e combinações. Trata de uma linguagem de comunicação entre os envolvidos nesse “monólogo” ou “diálogo” de uma conversa mantida com as formas e entre os envolvidos. Também se comporta como um processo retroalimentativo extremamente complexo entre o olho, a

mente e os membros estudados por pesquisadores como Edwards (2000) ou Gomes (1994) e Gomes e Steiner (1997), dentre outros.

Desenhar é o processo ou técnica de representação de alguma coisa – um objeto, uma cena ou uma ideia. [...] Qualquer que seja a forma do desenho, representa o princípio com base no qual organizamos e expressamos pensamentos e percepções visuais. Portanto, devemos olhar o desenho não só como expressão artística, mas também como ferramenta prática para formular e trabalhar em questões de representação gráfica. CHING e JUROSZEK (2001, p.1)

Além disso, para esses mesmos autores “desenhar revigora a visão”, pois exercita o complexo sistema da visão deixando com nitidez as imagens turvas internalizadas à mente e “estimula a imaginação” atuando como uma técnica de buscar passagens do passado, do presente ou vislumbrar o futuro, Ching e Juroszek (2001, p.6-10).

Gutiérrez et al (1990), por sua vez, transcendem o conceito de que o desenho é apenas um instrumento de representação artística e o vincula à instrumentação técnica e profissional de áreas reconhecidas mundialmente.

El dibujo es uno de los antecedentes primordiales para las carreras del área fisicomatemática en el nivel de licenciatura; es el lenguaje primordial de todo técnico y la base para el estudio de otras disciplinas, como la geometría descriptiva, el proyecto y el diseño. GUTIÉRREZ et al (1990, p.5)

Do mesmo modo, corrobora Ching (2000), ao vincular o conceito do desenho ao ato de projetar, portanto, uma “ferramenta” à disposição dos projetistas.

[...] discute a técnica de elaborar esboços a partir da vida real, exercício imprescindível que permite desenvolver habilidade de retratar graficamente uma condição ou ideia rápida e precisamente, ao mesmo tempo em que força a observar e analisar o seu ambiente. [...] discute o uso da diagramação gráfica no processo de projeto como uma importante ferramenta de comunicação para o projetista. CHING (2000, p.163)

Montenegro (1981), no entanto, ao se utilizar bastante do desenho em sua vida e profissão como arquiteto salienta no prefácio da sua obra o quão é importante a adoção e utilização das representações gráficas em desenhos de perspectiva para as ciências.

Não podemos aceitar que o estudo da Perspectiva se faça a partir de abstrações que terminam aí mesmo, não levando, em geral, a coisa alguma. Para o estudioso da Geometria Pura pode ser agradável a análise de teorias. Mas o geômetra é exceção. A maioria das pessoas usa a perspectiva como meio de representação gráfica: o desenhista, o arquiteto, o programador visual, o desenhista industrial, o publicitário, o cenarista, o pintor e outros profissionais. A estes, e a todos os que fazem a Perspectiva Aplicada, dedicamos este livro. Para os que fazem a Ciência pela Ciência este livro servirá como ponto de partida para as abstrações. Afinal, não se pode fazer abstração a partir do nada! MONTENEGRO (1981, p. s/n)

O ato de desenhar, por parte dos projetistas, proporciona inúmeros benefícios aos envolvidos. Pode significar uma forma de linguagem e comunicação, de investigação e de análise do todo ou das partes, além do que os torna independentes, e como atestam Ching e Juroszek (2001) o

desenho serve de método de trabalho que acompanha o projeto do início ao fim do processo projetual.

O termo representação gráfica traz à mente os desenhos de apresentação usados para persuadir o observador com relação aos méritos da proposta do projeto. Também são familiares os desenhos construtivos ou de detalhamento, que geram instruções gráficas para produção ou construção dos projetos. Os projetistas utilizam, ainda, processos e produtos gráficos de outras formas. No processo de projeção, a função do desenho expande-se para registrar o que existe, as ideias surgidas, as especulações e os planos a serem resgatados no futuro. Durante o processo de projeção, o desenho é utilizado para guiar o desenvolvimento de uma ideia, desde o conceito até a proposta concreta. CHING e JUROSZEK (2001, p.2)

Sobre o fato de, nos últimos tempos, o desenho tradicional ter perdido espaço ou interesse, seja por causa do advento e dos avanços da computação, seja devido à retirada de testes de aptidão e habilidade pré-vestibulares, ou, até mesmo, por causa da redução de carga horária dos cursos superiores relativas a estas questões a falsa impressão que isso tem gerado é que o desenho não tem importância para a área projetual, mas isso pode ser um engano que precisa ser combatido.

Uma vez nos perguntaram se o ato de debuxar e de desenhar ideias é realmente indispensável para projetar produtos, pois há quem faça o *design* de mobiliário ou de capas de livros apenas com *roughs*, isto é, sem executar qualquer tipo de representação técnica à fabricação. Sim! Tais artefatos, dizemos então, podem ser destinados a um mercado de consumo restrito, e não à produção seriada, possuir aparência artística ou artesanal, porém, não serem classificados como produtos de estética industrial. Artefatos artísticos, dessa feita, não pertencem ao universo do Desenho Industrial, ao mundo dialético do projeto, e do desenho de projeto para produtos industriais. MEDEIROS & GOMES (2010, p.20)

Há quem pense ao contrário, por exemplo, quando se deveria elevar o desenho a um estágio superior ao que se encontra atualmente. Gomes (1998), renomado desenhista industrial brasileiro, pensador e escritor de várias obras, defende que o desenho deve ser estimulado fortemente já nas séries iniciais da educação acreditando que a área dos Desenhos – artefato, comunicação e ambiente – pode revolucionar nações e, enquanto, não for reconhecida como tal corre o risco de ser esquecida ou perdida pelas próximas gerações.

Betty Edwards relata que o hemisfério direito do cérebro, na opinião geral que prevaleceu até pouco tempo, era menos desenvolvido, menos evoluído que o esquerdo – um gêmeo mudo, dotado de aptidões inferiores, conduzido pelo hemisfério esquerdo, dotado do dom da palavra. Considerado como “subordinado e secundário”, o lado direito do cérebro se especializa em percepção gestáltica, uma vez que é basicamente sintético no trato com informações que chegam ao cérebro. O hemisfério esquerdo, chamado falante e principal, ao contrário, parece funcionar de modo mais lógico e analítico, como um computador. O ponto principal dessas descobertas é a identificação de duas modalidades de pensamento: uma verbal e outra não verbal, representadas, respectivamente, nos hemisférios esquerdo e direito. O nosso sistema educacional, bem como a ciência em geral, tende a desprezar a forma não verbal de intelecto. A sociedade moderna discrimina o hemisfério direito. GOMES (1998, p.104-5)

Desse modo, as técnicas de representação bi e tridimensionais fazem parte do repertório instrumental, metodológico e tecnológico dos projetistas. Trata do estabelecimento de uma ponte entre o desconhecido – a solução sem a forma – e o que a torna conhecida por todos devido aos desenhos produzidos.

2.4.11 A Documentação técnica do projeto

Este elemento convergente entre as áreas de Design Industrial e das Engenharias esclarece o quanto os desenhos técnicos, os desenhos de engenharia e as normas técnicas dos desenhos são comuns na área projetual.

A solução do problema projetual uma vez concluída necessita de documentos técnicos contendo todas as informações pertinentes à comunicação entre os setores de projeto, produtivos e de fabricação. Estas informações segundo Pipes (2010) devem ser precisas, completas, detalhadas e não podem produzir dúvidas, interpretações dúbias ou ambiguidades.

Desenhos de engenharia são versões basicamente muito mais arrumadas dos esboços de conceito, com as linhas endireitadas, em escala e com as dimensões reais adicionadas, tomadas talvez de componentes já existentes que devem ser incorporados ao produto que está sendo projetado. O familiar desenho de engenharia, ou planta, já foi desenhado à tinta ou a lápis polimérico sobre filme de Mylar e copiado em papel corado em azul, mas hoje são mais comumente impressos a partir do computador; eles têm um propósito básico: comunicar os conceitos de um *designer* àqueles responsáveis por fabricar os componentes do produto e montá-los, com itens próprios, para criar o produto acabado. Para tal os desenhos devem ser completos, confiáveis e, como eu venho repetindo, sem ambiguidades. PIPES (2010, p.157)

French (1999), no prefácio de sua obra clássica, a respeito de desenho técnico e expressão gráfica, salienta que essa linguagem é de suma importância aos engenheiros, projetistas e técnicos envolvidos em projetos.

O desenho de engenharia e a tecnologia gráfica constituem o principal método de comunicação em engenharia e em ciência e, como tal, interessa-se de um modo vital por todos os novos processos. A expressão gráfica do projeto de engenharia e construção pode muito bem ser o mais importante curso de todos os realizados para a formação de engenheiros ou de técnicos profissionais. A razão inquestionável por que a expressão gráfica é tão extremamente importante é que ela é a linguagem do projetista, do técnico e do engenheiro, utilizada para se comunicar projetos e pormenores de construção a outras pessoas. FRENCH (1999, p.s/n)

Este processo se inicia, a partir do conceito gerado, com a geometrização das formas e elementos pertencentes ao projeto e finda com a sua adequação às normas técnicas. Gomes (1996) classifica e denomina esses estágios, respectivamente, por *Desenhos Definidos* e *Desenhos de Convenção*.

Hoelscher (1978), no prefácio de sua obra, também assegura que essa forma de linguagem característica dos desenhos técnicos “juntamente com o apoio de sistemas gráficos de cálculos e representação deve ser perfeitamente compreendida por todos aqueles que se responsabilizam pela execução de trabalhos na engenharia”, Hoelscher (1978, p.s/n).

Para prevenir quaisquer erros de interpretação, os desenhos de produção são altamente codificados e, para um observador não treinado, podem parecer confusos e difíceis de ler; é sempre difícil ver a forma do objeto, perdida no meio de todas as cotas e informação das tolerâncias. Como a fabricação e a montagem do produto são muitas vezes feitas em países ou até continentes diferentes, os desenhos precisam ser independentes dos idiomas. As regras que ditam estas convenções são estabelecidas por organizações normalizadoras e, embora cada país tenha a sua, a mais importante é a ISO (*International Standards Organization*). PIPES (2010, p.157-8)

Esta documentação deve estar em conformidade com as normas técnicas de desenhos cuja linguagem e entendimento somente se tornam clara e evidente nesses ambientes específicos ou entre os profissionais habilitados a esta compreensão, dentre eles os projetistas – designers industriais e engenheiros. Com essa documentação pode-se garantir a reprodução idêntica em países distintos além de servir de arquivo da empresa para retomadas posteriores.

Isto se configura uma característica marcante a qual diferencia a área projetual – engenharias, arquitetura e design industrial - do processo artístico e artesanal. Nestes últimos, não existe a exigência e a obrigatoriedade pela adoção das normas técnicas, da padronização de símbolos e códigos uma vez que o resultado do processo artístico e artesanal não pede a reprodução seriada nem o rigor pela standardização.

As origens de um *designer* de produto podem sempre ser detectadas a partir dos desenhos de detalhes – um engenheiro de produto o fará segundo as regras, tipos mais artísticos podem tomar mais liberdades e correm o risco de enfurecer os tipos mais obstinados no chão de fábrica e mesmo na própria oficina de modelos do *designer*. PIPES (2010, p.157)

Constam, também, na documentação técnica a especificação de outras informações como os materiais a serem adotados, os tipos de acabamento e de sistema de tratamentos superficiais, os tipos de processos produtivos, os tipos e quantidades de componentes, os leiautes e planejamento de cortes de peças planejadas, os desenhos ortogonais, os desenhos em perspectivas do produto montado e desmontado, os detalhamentos, os cortes, as cotas, as escalas dos desenhos. Os projetos de moldes, matrizes ou gabaritos também são definidos com base na documentação técnica dos produtos.

O termo moderno que designa um conjunto de desenhos de engenharia é TPD (sigla em inglês para Especificação Técnica do Produto), que engloba não apenas os desenhos tradicionais em papel, mas também outros tipos de informação, tais como metodologia para implementação do *design*, os meios de verificação (metrologia e medidas de precisão), controle de qualidade, documentação técnica e informação sobre qualquer outra ferramenta e equipamentos relacionados. Sempre que uma norma nova é publicada ou uma antiga for atualizada, o ano é acrescentado ao número de identificação ISO, por exemplo, ISO 54562:1996 é intitulada *Desenho técnico – Métodos de projeção – Parte 2: representações ortográficas*. PIPES (2010, p.158)

Antigamente, a documentação técnica era produzida manualmente com instrumentos de desenho técnico e somente em formatos de papéis padronizados pelas normas, mas com a chegada

da virtualização dos projetos os documentos também são produzidos por programas de Desenho Auxiliado por Computador, reproduzidos em impressoras ou *plotters* e guardados de modo digital.

Para fins de pedidos de patentes e registros legais também pode se fazer necessária o uso ou a extração de partes ou da totalidade da documentação projetual a ser submetida aos órgãos responsáveis, de acordo com a regulamentação de cada país, no caso do Brasil, o *INPI*.

Um aspecto interessante, Pipes (2010) aponta que no futuro não haverá mais a necessidade de produção das vistas ortogonais, das plantas dos projetos e toda a produção de informações técnicas por alguém. Segundo o autor, um único modelo sólido computacional gerado terá embutido todas as informações sobre a geometria do produto, sobre as especificações técnicas e detalhes sobre materiais, tolerâncias, acabamentos e tratamentos superficiais entre outros aspectos.

2.4.12 A Materialização do conceito

Este elemento convergente entre o design industrial e as engenharias ocorre com a saída do campo abstrato das ideias e do pensamento para o campo da materialidade. A materialização das ideias e dos conceitos se dá normalmente quando os desenhos deixam o plano bidimensional e se transformam em algo palpável e tangível por intermédio do meio físico. Para isso, os designers industriais e engenheiros se valem das técnicas e procedimentos de elaboração da modelagem física. Conceitos como modelos de estudo, de apresentação, mocapes, modelos de baixa, média e alta fidelidade, protótipos ou, ainda, em menor uso as maquetes – termo mais adequado à Arquitetura – assumem papel preponderante durante a projeção.

Para Consalez (2001), no ramo da arquitetura a materialidade se configura com execução das maquetes físicas:

A necessidade de tridimensionalidade e de materialidade nos sistemas de representação levou, nos últimos tempos, a revalorizar o papel da elaboração de maquetes entendidas como uma antecipação tridimensional, da proposta de arquitetura em escala reduzida. CONSALÉZ (2001, p.3)

Entram em cena as técnicas tradicionais de produção em madeira, metal, argila, polímeros entre outros materiais podendo ser adotadas, combinando-se ou não, com as tecnologias mais recentes de prototipagem rápida, de tecnologias aditivas ou subtrativas de materiais.

Em última instância, a materialização das ideias e dos conceitos se transforma nos objetos e artefatos industriais pelos quais a sociedade adquire e consome para suprir suas necessidades.

Para Löbach (2001) “a materialização das ideias, no caso do design industrial, se dá em quatro categorias: i) objetos naturais; ii) objetos modificados da natureza; iii) objetos artísticos; e, iv) objetos de uso (produtos artesanais e produtos industriais)”, Löbach (2001, p.31-40).

Segundo este mesmo autor os artefatos industriais possuem as seguintes categorias:

- Produtos de consumo - (destinados a deixarem de existir após seu uso);
- Produtos de uso 1 – destinados ao uso individual;
- Produtos de uso 2 – destinados ao uso de determinados grupos;

- Produtos de uso 3 – destinados ao uso indireto (forte aproximação com a materialização de algumas engenharias). Löbach (2001, p.41-53).

2.4.13 A Produção da modelagem física e virtual

Este elemento convergente das áreas analisadas poderia estar junto ao item sobre materialidade dos conceitos se não envolvesse a modelagem virtual. A modelagem física como já abordada anteriormente encontra-se intrínseca ao conceito de materialização das ideias e dos conceitos de projetos.

Knoll e Hechinger (2003) ao tratarem das maquetes em arquitetura podem emprestar suas colocações para o campo do design industrial:

[...] A maquete é a concretização imediata de nossa concepção espacial por meio dos elementos tectônicos – corpos, superfícies e hastes – numa primeira realidade concreta. [...] A maquete, especialmente a de idealização e de trabalho, é o instrumento que acompanha o esboço e é necessário para a compreensão e o trabalho arquitetônicos. As primeiras maquetes de idealização satisfazem também as exigências de alterabilidade e variabilidade, que o desenho nos proporciona a sua maneira. KNOLL e HECHINGER (2003, p.9)

Baxter (2011) esclarece algumas terminologias e diferenciações no emprego dos modelos na área projetual. Existem outras classificações, mas optou-se por esse autor para exemplificação apenas de algumas das possibilidades de materialização física das idéias, conforme a Figura 181.

Figura 181: Tipos de modelos usados no projeto de produtos.

Representação estrutural	Representação estrutural e funcional	Representação funcional
Modelo de apresentação: Forma física e aparência (mas não a função)		Protótipo experimental: Funções principais (mas não tamanho e forma)
Modelo de forma: Tamanho físico e forma (mas não função nem aparência)		Protótipo de teste: Funções específicas (mas não tamanho e forma)
	Protótipo de pré-produção: Modelo completo de um produto para fabricação (tamanho, forma e função)	
	Protótipo de pré-produção: Materiais e processos iguais aos da produção industrial	

Fonte: Baxter (2011)

Diversos tipos de modelos do produto podem ser contruídos de acordo com o objetivo. Para se estudar a forma global do produto, pode-se construir um modelo simples em papelão, argila, madeira ou espuma. Esses modelos para estudos formais, contruídos com material diferente do produto final, geralmente são chamados de maquetes ou *mock-ups*. O protótipo geralmente é construído com os mesmos materiais do produto final e tem os

mecanismos necessários, que o fazem funcionar (podem ser ligados à tomada). Dessa forma, são usados nos testes funcionais do produto. BAXTER (2011, p.322-3)

Por outro lado, a transformação de um conceito ou ideia vaga em modelo virtual não atinge o meio físico, a não ser, após o uso da prototipação do modelo virtual por intermédio das tecnologias de prototipagem tradicionais – ou rápidas, por adição ou remoção. Enquanto permanece no universo digital parece não assumir a materialidade no seu significado mais completo.

Isto pode ser mais bem explicado por Nascimento Silva et al (2013) quando estabeleceu uma análise das diferenças básicas entre os modelos físicos e os virtuais para a área projetual:

No âmbito da passagem dos estudos das formas do meio físico para o virtual, se por um lado há um ganho em termos de rapidez e versatilidade, por outro, há perdas irreparáveis da supervalorização dos recursos informatizados em detrimento aos procedimentos manuais e mecânicos. O envolvimento manual e mecânico na produção das formas parece proporcionar um processo retroalimentativo mais profundo nos indivíduos. Imaginemos a construção das formas 3D com o uso da informatização – maquetes, mocapes e protótipos digitais. Tudo se reduz à tela plana! Inúmeras percepções físicas e sensoriais estão comprometidas, pois a tela plana do computador não demonstra de modo real nem representa de modo verídico aspectos como os de escala, volume, área, peso, superfície, conforto, desconforto, texturas entre outros. Essas questões são melhor assimiladas com o meio físico, com as réplicas em miniaturas, ampliadas ou em tamanho real possibilitando as simulações de uso, toque, manipulação, operacionalidade, sustentação, manuseio, erguimento etc. NASCIMENTO SILVA et al (2013, p.s/n)

Os projetistas precisam ser versáteis para usufruírem das melhores técnicas e ferramentas de acordo com as necessidades e especificidades em cada ocasião. Há momentos que as ferramentas computacionais são ineficientes se comparadas a técnicas tradicionais como explicam Knoll e Hechinger (2003):

No início da elaboração de um projeto, o computador tem, na melhor das hipóteses, um papel subalterno: ele não pode substituir a vivência tátil do material, a conformação plástica, a construção das relações espaciais. Nem o esboço nem a maquete de idealização, portanto, são abolidos pela computação. KNOLL e HECHINGER (2003, p.9)

Embora Calmettes (2005) defenda e anuncie que os novos e potentes programas de desenhos 3D sejam impecáveis para apresentação, visualização ou desenvolvimento completo de projeto haverá um momento em que a materialização, de algum modo, será requerida para comprovações mais precisas acerca das concepções produzidas.

Muitos *designers* industriais utilizam hoje em dia a ferramenta 3D para desenvolver ou simplesmente visualizar seus projetos de maneira realista. Agora o desenho já não é suficiente para a apresentação de um produto. Esta nova maneira de trabalhar, de relativo fácil acesso, abriu a muitos jovens *designers* a possibilidade de mostrar uns projetos de alta qualidade visual sem nenhum tipo de investimento em maquetes ou protótipos. De forma rápida, segundo como se utilize e a sensibilidade artística de cada um dos usuários, esta ferramenta oferece uma infinidade de respostas visuais distintas. CALMETTES (2005, p.7)

2.4.14 A Simulação, os testes e os ensaios

Esse elemento de convergência entre as áreas de estudo faz parte do ramo projetual e possui grande relevância. Embora esteja aparentemente associada apenas a aspectos de engenharia de segurança ou bastante em voga pelo uso das simulações computacionais, em verdade, configura-se uma prática essencial em diversas etapas durante o desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais e do percurso dos instrumentos metodológicos projetuais.

Basicamente, na atualidade, as simulações, testes e ensaios podem ocorrer de modo físico, mas são bastante onerosos, exigem infraestruturas por vezes grandiosas. Também, por intermédio do modo computacional onde programas simulam as situações reais de uso demonstrando comportamentos e reações daquilo que se deseja obter.

Quanto ao modo de simulação física Baxter (2011) sugere aplicar os protótipos à análise quanto às falhas:

Quando a melhor configuração for selecionada, realiza-se a análise das falhas, para detectar as falhas potenciais do produto. Depois, desenvolve-se o protótipo para testar as possíveis falhas, obtendo-se dados para o aperfeiçoamento do projeto, visando corrigi-las antes do produto ser colocado na linha de produção e chegar ao mercado. BAXTER (2011, p.329)

Este mesmo autor apresenta duas técnicas de análises de falhas – inclusive contendo os procedimentos instrucionais básicos: A primeira, parte do “particular para o geral”, ou seja, verificam as possíveis falhas em pequenos componentes do produto antes que elas possam comprometer o restante do produto. A segunda técnica parte do “geral para o particular” e resume-se pela simulação das falhas a partir das funções dos produtos verificando aspectos de nível de gravidade e número de ocorrências.

Em várias ocasiões esses testes devem ser norteados pela legislação ou órgãos competentes que asseguram a qualidade atingida de acordo com os parâmetros estipulados.

[...] Existem laboratórios especializados, que realizam testes, seguindo procedimentos normatizados. Muitas vezes, esses testes simulam o uso dos produtos durante toda a sua vida útil. Existem máquinas que simulam os diversos tipos de vibrações que os produtos são submetidos durante o transporte ou as condições atmosféricas desfavoráveis, como frio e calor intensos, umidade e maresia. Em muitos países, esses testes são realizados por órgãos públicos (como o INMETRO) e associações de defesa dos consumidores. BAXTER (2011, p.326)

Mesmo com o uso de modelos físicos em escala reduzida é possível, em laboratório, realizar simulações realísticas desde que se estabeleça e conheça as relações de similitude das formas e proporcionalidade da intensidade dos eventos.

Um novo processo e os projetos não nascem grandes, pois eles crescem através de laboratórios, fases de desenvolvimento e de planta piloto. Os modelos físicos são uma parte importante do processo de desenvolvimento e projeto. Usualmente são empregados os modelos de escala, que são menores do que o tamanho real. A planta piloto reproduz em escala reduzida todos ou a maioria dos aspectos de um processo químico, metalúrgico ou de fabricação. Ao utilizar modelos físicos, é necessário

entender a condição sob a qual a similitude prevalece tanto para o modelo quanto ao protótipo. A semelhança geométrica é o primeiro tipo de similitude. As condições para isso são um equivalente tridimensional de uma ampliação ou redução fotográfica, isto é, a identidade da forma, a igualdade dos ângulos ou arcos correspondentes, e um fator de escala constante de proporcionalidade ou respeitando as dimensões lineares correspondentes. DIETER (1991, p.174)

Quanto ao modo de simulação computacional Filho e Castro (2001) aliam o computador ao ato de se projetar melhor: “Tendo isto em mente, pode-se perguntar como o computador pode auxiliar o profissional envolvido na tarefa de projetar melhor. [...] A palavra-chave é simulação”, Filho e Castro (2001, p.104-5).

Segundo Dieter (1991) a simulação computacional é útil e agiliza as situações complexas onde a simulação física exige uma “megaoperação” envolvendo estratégias, recursos logísticos, aparatos tecnológicos e mão-de-obra para produzir a simulação real física.

A simulação envolve a modelagem de uma situação complexa em uma forma mais simples e mais conveniente que pode ser estudado isoladamente, sem os efeitos colaterais de problemáticas complexas que normalmente acompanham uma situação real de engenharia. O objetivo da simulação é a de explorar as várias saídas que poderiam ser obtidas a partir do sistema real submetendo o modelo a ambientes que são de alguma forma representativa das situações que se deseja compreender. A simulação invariavelmente envolve o uso do computador para executar os cálculos frequentemente trabalhosos e de seguir as dinâmicas da situação. DIETER (1991, p.180)

De acordo com este mesmo autor a simulação computacional envolve, ainda, a dimensão temporal por intermédio do comportamento dinâmico dos eventos e pode ser classificada por três grupos:

1. A simulação de um sistema de engenharia ou processo de modelagem matemática e simulação computacional. Um exemplo seria a simulação de um problema de controle de tráfego ou a solidificação de uma grande fundição de aço.
2. Jogos de simulação (que não deve ser confundido com a teoria dos jogos), no qual os tomadores de decisão ao vivo usam um modelo de computador para situações complexas, envolvendo decisões militares ou de gestão. Um exemplo seria um jogo para licitação estratégia na indústria da construção.
3. A simulação de sistemas de negócios ou de engenharia industrial, que inclui problemas como o controle de níveis de estoque, programação das vendas e balanceamento de linha de montagem. DIETER (1991, p.180)

Para cada área ou aplicação específica já estão disponíveis no mercado programas computacionais de simulação. Existem programas para analisar a malha de fluxos de veículos em vias, aspectos de leiautes e arranjos físicos, “gargalos” produtivos questões de esforços e cargas para edificações, a resistência do ar, da água ou de fluídos em contraste às formas, desempenhos de produtos, máquinas ou equipamentos, dentre outros. De acordo com Nascimento Silva et al (2013) esses recursos devem se complementar às fases finalizadoras do projeto quando a concepção se materializou e a ideia ou o conceito precisa passar por verificações consistentes.

A modelagem bi e tridimensional serve ainda para que durante a fase finalizadora do projeto uma lista de requisitos iniciais seja retomada e verificada quanto às metas se foram atingidas ou não. Os desenhos são analisados e os modelos físicos são testados a partir dos requisitos estipulados no início do desenvolvimento do projeto. Gomes (2011) denomina essa etapa de *Verificação*. Alguns dos requisitos podem até ser analisados complementarmente em programas informatizados, mas outros não! Questões técnicas como resistências, esforços e cargas submetidas, entre outras questões, que antes eram calculadas usando-se fórmulas e calculadoras podem agora ser verificadas em simulação virtual em programas específicos tão bem adotados pelas Engenharias. NASCIMENTO SILVA et al (2013, p.s/n)

Por fim, Filho e Castro (2001) lembram que um projeto deve ser conduzido de modo coletivo, uma vez que seria impossível um único projetista dominar a diversidade de aspectos e fatores que envolvem, por exemplo, os sistemas computacionais, para não citar todo o projeto e suas nuances.

[...] É preciso saber que a simples posse de um vasto conjunto destes programas não faz de um engenheiro um profissional multicapacitado para atuar em diversas áreas. A regra do conhecimento, portanto, não se aplica somente aos leigos, mas também entre as múltiplas especializações da profissão. A engenharia é um campo vasto e deve-se saber que todo projeto a ser desenvolvido, para ser otimizado ao máximo, tem que envolver a participação de toda uma série de profissionais. É uma atividade essencialmente coletiva. Assim, as utilizações dos sistemas informatizados começam a extrapolar para outras áreas, mostrando-se fundamentais no gerenciamento, de forma eficiente, dos recursos humanos envolvidos no desenvolvimento do projeto, num processo que podemos denominar de Projeto Coletivo. FILHO e CASTRO (2001, p.112-3)

Todos esses níveis de simulação visam concluir um projeto de produto e de artefatos industriais sem falhas, dentro das normas previstas em legislações e repleto de qualidade, algo que os usuários ou consumidores esperam ao utilizarem determinadas aquisições.

Portanto, acredita-se que durante o desenvolvimento de artefatos quaisquer técnicas, ferramentas ou instrumentos tecnológicos que sirvam para realizar todo tipo de simulação antecipando-se aos riscos potenciais de insucesso às metas preestabelecidas sejam válidos ou de alguma insatisfação gerada aos usuários e clientes consumidores. Alguns instrumentos podem ser mais adequados em estágios iniciais, intermediários ou finalizadores do processo. Por exemplo, ao se adotar determinado tipo de modelagem existem procedimentos mais apropriados para se investigar ou se obter determinadas simulações, testes ou ensaios. Os níveis de resultados estão diretamente vinculados aos tipos de simulações.

2.4.15 A Tecnologia, a matéria-prima e a fabricação

Outro elemento integrador e convergente entre as áreas de design Industrial e engenharias se refere aos assuntos envolvendo tecnologias – conhecimento, processos e técnicas de transformação – e isto implica no conhecimento e domínio do campo dos materiais tradicionais e inovadores, suas características, propriedades e comportamentos além dos tratamentos e

acabamentos superficiais. Esse tópico é de suma importância para ambas as áreas, pois significa a materialização e a reprodução seriada do conceito produzido na busca da solução projetual.

Como um componente da área de inovação tecnológica, o Desenho Industrial é potencialmente um instrumento de transformação da dependência tecnológica, dentro de uma nova concepção da economia internacional, preconizadora de mudanças qualitativas no desenvolvimento dos países. PUERTO (1999, p.20)

No entanto, como esses conteúdos são trabalhados de modo distinto entre as áreas, normalmente existem vários problemas durante a comunicação e a aplicação prática em projetos. Por exemplo, como historicamente o design industrial foi inserido em departamentos mais próximos das artes e arquitetura, a ênfase tecnológica dada aos cursos e, obviamente, refletido nas estruturas curriculares se mostra aquém do exigido para se dialogar com os engenheiros durante e após a projeção. Isso tem se agravado nos perfis curriculares mais recentes, quando as DCNs de bacharelados em *Design* anunciam um maior generalismo. Nesse sentido, para atender a essa grande quantidade de subáreas e demandas de um *design* generalista “sacrifica-se” e “sufoca-se” os conteúdos tidos como mais técnicos, “duros” ou de aproximação tecnológica, industrial e seriada.

A verdadeira função de Desenho Industrial é vista como (...) um processo de eleição de critérios de eficiência social e de uso do produto, de racionalização dos recursos disponíveis e de meio de transferência dos resultados das pesquisas científicas ao sistema produtivo, Bonsiepe (1980), todavia existe o entendimento equivocado de que a noção de Desenho Industrial equivale à Estética, desconhecendo seu sentido tecnológico. PUERTO (1999, p.19)

Portanto, para o design industrial a escolha de determinados materiais não reside apenas em elementos estéticos, formais, perceptivos ou sensoriais, como se tem bastante difundido, mas também por questões *técnicas* – propriedades, características, de comportamento, dentre outras; *econômicas* – viabilidade comercial, de obtenção, de transporte, de transformação, de racionalização e outras; ou *ambientais* – principalmente, de adequação à legislação ambiental.

A tecnologia moderna tem efeitos profundos não somente quanto aos materiais que podem ser usados, mas também na escala de produção e nos locais onde a fabricação pode atualmente acontecer. Em certo sentido para que isto ocorra, os *designers* precisam controlar não só o *design*, mas também as maneiras de como se produz. LEFTERI (2009, p.7)

Relatos do cotidiano, da prática projetual, de vivências das empresas apontam para experiências desastrosas entre o diálogo dessas áreas no que tange a esses assuntos. As concepções dos projetistas podem se tornar inviáveis devido ao desconhecimento dessas questões, algo que pode distanciar mais ainda a atuação interdisciplinar, sem negligenciar as ironias, ridicularizações, descrédito e falta de confiança de boa parte dos engenheiros e demais envolvidos na equipe de desenvolvimento de produtos e de artefatos quanto aos designers industriais.

Um exemplo de como tratar desses assuntos em cursos de design industrial refere-se a Romer (2007), durante o estudo de pós-graduação, apresentando um método de ensino-aprendizagem mais atrativo, a partir do uso de produtos didáticos, acerca da compreensão dos

conteúdos das ciências exatas, no caso a respeito de resistência dos materiais, propriedades, comportamentos e demais características técnicas em cursos de design industrial, área de concentração em design do produto.

Os cursos de graduação em Design, de *Design* de produto, ou mesmo aqueles clássicos de Desenho Industrial – *Design* Industrial – devem atentar para essa problemática a qual possui diversas e sérias implicações, inclusive da legitimação, da natureza e da existência da área projetual.

2.4.16 A Inovação tecnológica

Este outro elemento de convergência entre o design industrial e as engenharias refere-se ao item preponderante e norteador de vários problemas ocorridos com o design industrial na atualidade. Partindo-se da premissa que o design industrial foi afastado da inovação tecnológica no país – ações, estratégias e políticas públicas – devido a fatores históricos e conjunturais, diferentemente de outras nações, muito se perdeu devido a esse distanciamento.

Para Fernández e Bonsiepe (2008) a inovação é fruto de transformações sócio-técnicas que ocorrem nos contextos das relações sociais, econômicas, políticas, tecnológicas e humanas – da vida cotidiana, do consumo, das tipologias e dos produtos industriais.

La teoría de la innovación ofrece al diseño um modelo interpretativo que junto, a la dimensión procesal, cronológica, tiene una fuerte dimensión sistemática (interacción entre técnica y sociedad, multiplicidad de lós factores de influencia, interacción de distintos campos del conocimiento). Veo una profunda familiaridad entre esta aproximación y el modo en el que el diseño interpreta (y proyecta) los artefactos en un contexto innovador [...] dando forma a los productos, coordinando factores múltiples, desde aquellos técnico-económicos hasta lós distributivos, funcionais, culturales y simbólicos. La polaridad entre instrumental y simbólico, entre estructura interna y externa, es una condición típica de los artefactos, en su prerrogativa de instrumentos y en su prerrogativa de portadores de valores y de significados. [...] el diseño tiene la tarea de conciliar estas dos polaridades, proyectando la forma de los productos como resultado de la interacción del desarrollo sociotécnico. FERNÁNDEZ e BONSIEPE (2008, p.297)

Batalha (2008) cita o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) destacando as empresas como mediadoras da inovação tecnológica, uma vez que, encontram-se responsáveis pelo desenvolvimento de produtos ou de processos.

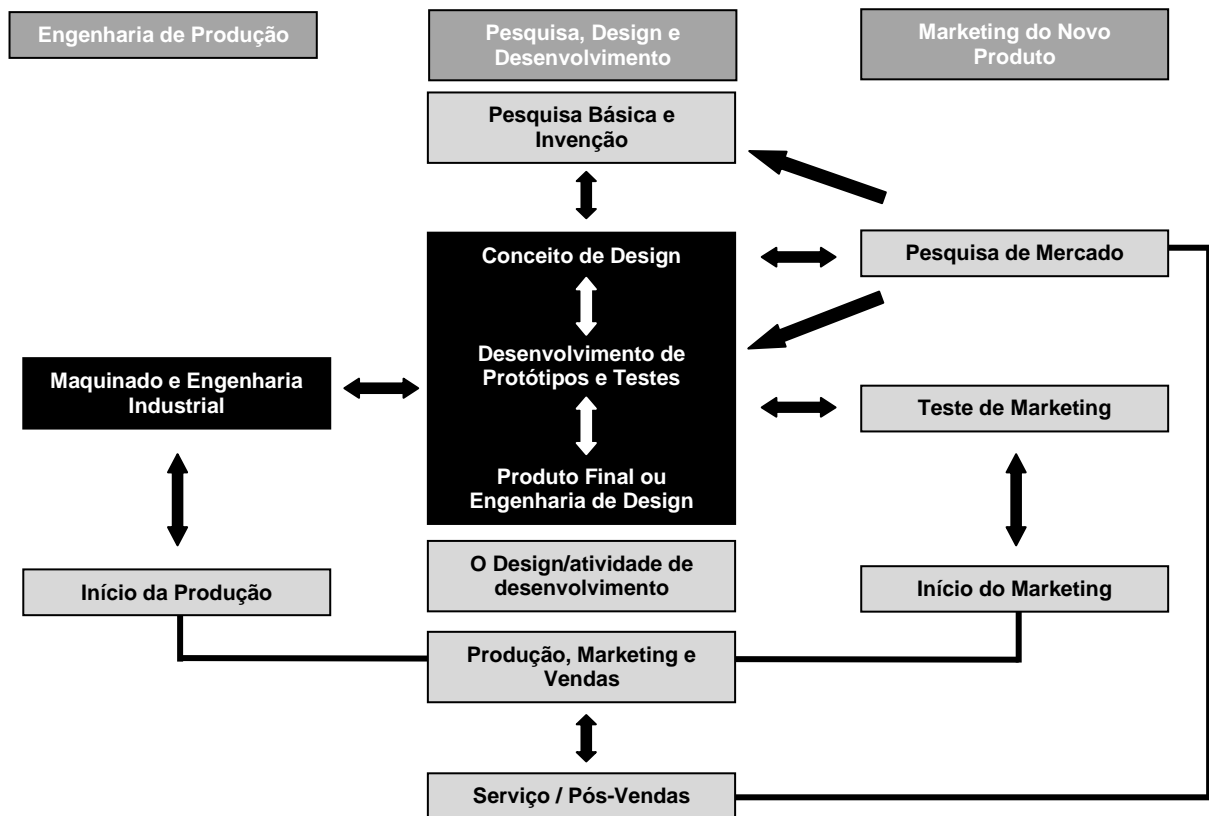
Para o IBGE (2002b), a inovação tecnológica é definida, seguindo recomendação internacional, pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. A implementação da inovação ocorre quando o produto é introduzido no mercado ou o processo passa a ser operado pela empresa. BATALHA (2008, p.210-1).

Segundo Bonsiepe (1997), a inovação pode ser um instrumento precioso para visualizar aspectos relativos ao desenvolvimento econômico e industrial de uma nação se comparada a outras nações que investem maciçamente em inovação científica ou tecnológica.

Inovação é a palavra-chave da época atual. Ela caracteriza a dinâmica da sociedade industrial. É quase um imperativo, se bem que seria errado objetivá-la, pois depende dos investimentos feitos para criar inovação. Países periféricos ficam distanciados pela falta de recursos financeiros, ou pelo simples fato de que só poucos gerentes – nem falar dos políticos – reconhecem a necessidade imperiosa de fomentar a inovação para evitar que a distância entre os centros dinâmicos e o mundo periférico ganhe amplitude e dimensão. Menos ainda se compreende que não basta fazer pesquisa básica e considerá-la como indicador único do progresso desejado. Existe um longo caminho entre a produção de novos conhecimentos na pesquisa científica e a sua transformação em inovação industrial nas empresas. BONSIEPE (1997, p.34)

A Figura 182, citada de Benz e Magalhães (2010), mas extraída de Puerto (1999), que por sua vez trouxe de Roy (1984), ilustra como pode ocorrer a inovação tecnológica no âmbito interno de uma empresa, basicamente, a partir da instalação de um setor de P&D.

Figura 182: Processo de inovação tecnológica.



Fonte: Benz e Magalhães (2010)

Batalha (2008), a partir de Bell e Pavitt (1993) divide a inovação em duas frentes: uma, relativa ao processo inicial de desenvolvimento e da comercialização e, a outra, relacionada à difusão tecnológica.

Mais do que aquisição de maquinário ou projeto de produtos e assimilação de conhecimento operacional, a difusão trata de moldar a inovação para as condições particulares de uso e implementar melhorias para atingir um padrão de desempenho melhor do que o original. É por meio da difusão

tecnológica que os potenciais usuários podem testar, adaptar, implementar melhorias e adotar uma inovação. Nesse processo, a aprendizagem pode promover novas mudanças técnicas, denominadas inovações incrementais. BATALHA (2008, p.211)

Puerto (1999) divide a inovação tecnológica em três áreas denominadas por: i) *Inovação em forma de produtos*; ii) *Inovação em forma de processo de produção*; e, iii) *Inovação em forma de organização*.

Por outro lado, há outra maneira de vislumbrar a inovação como um processo maior e mais complexo que o existente apenas no limite das empresas. Fora dos muros empresariais a inovação tecnológica necessita de um aporte no âmbito das políticas públicas onde estratégias, ações e financiamentos devem ser canalizados por parte do Governo para que as empresas e outras esferas deem respostas inovativas aos produtos, processos ou serviços.

São os dois aspectos que Batalha (2008) salienta sobre o modo como a inovação deve ser tratada e estimulada tanto no ramo empresarial quanto sob à ótica da política nacional.

Dessa forma, a inovação deve ser analisada tendo como base as empresas, pois são elas que trazem as inovações ao mercado e competem por ele. Da perspectiva política, pode-se desejar definir um sistema nacional de inovação como um quadro relevante de referência para as intervenções governamentais. Outros argumentam em favor de redes como unidades de análise mais abstratas (pois é através das inter-relações que as inovações emergem). BATALHA (2008, p.211)

Nesse sentido, a inovação tecnológica recebe um incremento com a introdução do conhecimento científico e da ciência, algo que Bonsiepe (1997) analisou em reflexões sobre a inovação como um resultado de três fatores, a saber: *ciência, tecnologia e design*. “A ciência está inserida num sistema no qual a tecnologia e o design ocupam papéis não menos importantes”, Bonsiepe (1997, p.34).

Baxter (2011), quando trata de inovação, também não dissocia a ciência, da tecnologia e da arte aplicada.

A atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples. Ela requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e, mais importante, o uso de métodos sistemáticos. Os métodos sistemáticos de projeto exigem uma abordagem interdisciplinar, abrangendo métodos de marketing, engenharia de métodos e a aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo. Esse casamento entre ciências sociais, tecnologia e arte aplicada nunca é uma tarefa fácil, mas a necessidade de inovação exige que ela seja tentada. BAXTER (2011, p.19-20)

Baxter (2011), anteriormente, conseguiu resgatar uma expressão antiga, a “arte aplicada”, existente nos discursos dos primórdios do design industrial mundial para situá-la na cadeia da inovação tecnológica.

Assim, Puerto (1999) caracteriza o design industrial “como uma disciplina de projeto ligada à inovação tecnológica em forma de produtos materiais. Participa ali junto a outras disciplinas, sobretudo junto às engenharias no desenvolvimento de produtos”, Puerto (1999, p.20).

Retornando a Bonsiepe (1997), no Quadro 59, a respeito do modo como entende a inovação, um processo resultante da ciência, tecnologia e design, este autor explica:

O processo de inovação passa por diferentes fases – ciência, tecnologia e design. Quando falta um elo nesta cadeia, a inovação fica sem ressonância econômica e social. Quando se separa a ciência das outras duas etapas chega-se ao academicismo. Quando separamos a tecnologia das outras duas etapas, chega-se ao tecnocratismo. Quando tratamos o design isoladamente corremos o risco de cair na armadilha do formalismo estético. O design é o último elemento da cadeia através da qual a inovação científica e tecnológica vem introduzida na prática da vida cotidiana. Por isso o design contém um considerável potencial quando está integrado aos institutos de pesquisa tecnológica. BONSIEPE (1997, p.38)

Quadro 59: Tipologia da inovação nas ciências, nas engenharias e no design.

	Ciência	Tecnologia	Design
Objetivos da inovação	Inovação cognitiva	Inovação operativa	Inovação sócio-cultural
Discurso predominante	Afirmações	Instruções	Juízos
Práticas standard	Produção de evidências	<i>Trial and error</i>	Produção de coerência
Contexto social	Instituto	Empresa	Mercado
Crítérios de sucesso	Ok das autoridades	Factibilidade técnica	Satisfação do cliente

Fonte: Bonsiepe (1997)

Este mesmo autor argumenta que os governos não têm essa clareza da importância dessa tríade para desenvolver a inovação, principalmente dos países periféricos ou em desenvolvimento. Sem a percepção, não planejam ações e estratégias, não alocam recursos e aportes financeiros aumentando cada vez mais a dependência tecnológica das nações mais ricas e contribuindo para o distanciamento entre elas.

Ciência, tecnologia e design constituem diferentes e autônomos campos, com suas próprias tradições, *standards* de qualidade, contexto institucional, práticas profissionais e discursos. Cada um destes campos revela uma maneira particular de atuar no mundo. BONSIEPE (1997, p.35-6)

Segundo Puerto (1999) talvez o papel do design industrial resida em integrar duas extremidades interdisciplinares, no caso a ciência e a tecnologia, mencionadas por Bonsiepe (1997), colocando em suas produções inovadoras os conhecimentos advindos de ambas, em forma de uma cultura material.

Certamente o Desenho Industrial é um elemento componente da inovação tecnológica, pois, em essência, todas as inovações, independente do tipo de complexidade que possam representar, passam pela produção em série, por isso não se pode considerar como inovação tecnológica uma obra de arte, pode ser inovação, mas não do tipo de inovação que interessa a este trabalho. [...] O papel do Desenho Industrial é de participar e colaborar no surgimento de inovações tecnológicas, fazendo parte de grupos interdisciplinares que trabalhem visando o surgimento de inovações. PUERTO (1999, p.20)

A explicação de Puerto (1999) pode por fim às indagações de Bonsiepe (1997) acerca das conexões entre as áreas inovadoras e sobre o papel do design industrial junto à pesquisa científica.

Provavelmente existe o consenso de que ciência e tecnologia estão concatenadas, se bem que não se pode afirmar que a tecnologia seja uma

consequência direta dos investimentos feitos na ciência. Menos claras ainda são as relações entre ciência e design. A pergunta é: para quê serve o design num instituto de pesquisa científica? Pois o design, longe de ser somente um elemento periférico, é constitutivo para o processo geral da inovação. BONSIEPE (1997, p.34-5)

Existem inúmeros exemplos reais de institutos de pesquisa científica e de inovação tecnológica²⁰, mas optou-se em dar destaque nesse estudo ao ParqTec, da cidade de São Carlos, estado de São Paulo, por ser o pioneiro na América Latina aliando incubadoras de empresas aos aspectos como inovação, gestão, pesquisa científica, multidisciplinaridade, desenvolvimento integrado de produtos, novas tecnologias entre o design industrial e as engenharias como modelo de provocar subsídios para as micro e pequenas empresas.

No Brasil, o design de produto era até recentemente tratado com pouca prioridade ou da forma inadequada nas micro e pequenas empresas (MPE's). Conhecendo essa situação e visando tornar o design industrial mais acessível, foi assinado entre o ParqTec e o Sebrae (SP) o convênio "Design e Engenharia: Ferramentas para o aumento da competitividade das MPE's. ROSA JR; CATÁLOGO PARQTEC/SEBRAE-SP (s.d., v.1)

Para isto, acredita-se na metodologia de trabalho integrando ferramentas e estratégias que agregam valor aos processos e produtos como os elencados no Quadro 60:

Quadro 60: Estratégias e ferramentas utilizadas no ParqTec de São Carlos.

<p>Institutoparqtecdedesign + núcleo de prototipagem rápida</p> <p>Design Industrial + Engenharia = Desenvolvimento Integrado de Produtos</p> <p>DfE (<i>Design for Environment, Design for Disassembly, Product Life Cycle</i>)</p> <p>DfMA (<i>Design for Manufacturing and Assembly</i>)</p> <p>Interfaces (<i>Interaction Design Human-Computer Interface</i>)</p> <p>DfS (<i>Design for Simplicity and User-Centred Design</i>)</p> <p>DfX (<i>Design for X</i>)</p>
--

Fonte: Adaptado de CATÁLOGO PARQTEC/SEBRAE-SP (s.d., v.2)

2.4.17 A Proteção legal

Outro elemento que aproxima as áreas do design industrial das engenharias está associado ao modo legal de se proteger suas inovações tecnológicas. Ambas as áreas, possuem um elevado potencial para gerar inovação no âmbito da Proteção Intelectual e da Propriedade Industrial. Os itens mais favoráveis podem ser enquadrados pelos pedidos de patentes de invenção, de modelos de utilidade e pelos registros de desenhos industriais.

De acordo com Cunha (2002) a propriedade intelectual está relacionada a todo tipo de criação resultante do intelecto das pessoas.

Dentro desse contexto estão incluídos: os objetos das patentes, dos desenhos industriais, o direito do autor sobre obras literárias, musicais (partituras), peças artísticas (pintura e escultura) e fotográficas. Além disso,

²⁰ Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT/UNIFESP); Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Instituto de Pesos e Medidas (IPEM); Instituto de Pesquisas Tecnológicas (USP), dentre outros.

existem os direitos conexos, direitos aos intérpretes de execução, fonogramas e outros. CUNHA (2002, p.117)

De outro modo, segundo este autor a propriedade industrial é uma modalidade da propriedade intelectual que assegura a concessão de alguns privilégios aos seus autores:

[...] através das patentes, para o conhecimento tecnológico, à proteção de composições de caráter estético através do registro de desenho industrial para os objetos de design e a proteção dos sinais distintivos através da concessão de marcas. Essa prevê a repressão às falsas indicações geográficas e à contrafação e à concorrência desleal. (Idem)

Conforme Federman (2006) o registro de desenho industrial se relaciona com a forma plástica original e ornamental dos objetos.

O artigo 95 da LPI define desenho industrial como a forma plástica e ornamental de um objeto ou o conjunto ornamental de linhas e cores que possa ser aplicado a um produto, proporcionando resultado visual novo e original na sua configuração externa e que possa servir de tipo de fabricação industrial. FEDERMAN (2006, p.65)

De acordo com Guimarães (2012) “a patente por modelo de utilidade é a melhoria de funcionamento devido à nova forma de objeto”, Guimarães (2012, p.55).

Federman (2006) na introdução da sua obra afirma que existem, basicamente, duas maneiras de medir e avaliar o nível de desenvolvimento tecnológico de uma nação:

A primeira, através do seu número de publicações científicas em periódicos científicos internacionais. [...] A segunda maneira empregada para aferição do desenvolvimento tecnológico de um país é considerar o número de patentes depositadas nos Estados Unidos. FEDERMAN (2006, p.XVII)

Segundo a autora, no que tange à primeira forma, o Brasil encontra-se em situação considerada, mas quanto à segunda forma sua posição está aquém do potencial do país. Federman (2006) aponta ainda que está começando a haver na cultura do reconhecimento do cientista uma mudança pela quantidade de publicações científicas para o número de invenções e de patentes.

O cenário brasileiro atual, relativo à proteção legal por meio da propriedade industrial, é animador. Somos pródigos em pedidos nacionais de registro de marca, de desenhos industriais e em depósitos de patentes de modelos de utilidade. Quanto aos pedidos de patentes nacionais, ainda somos tímidos, infelizmente. Muito se cria neste país, mas o desconhecimento, bem como a complexidade quanto aos processos para a obtenção de uma patente, desanimam o inventor nacional. GUIMARÃES (2012, p.57)

Nesse sentido, Cunha (2000) aponta que no início do processo de desenvolvimento de produtos os projetistas devem estar unidos e preparados para a proteção legal do mesmo, tão logo, tenha se definida a solução e os detalhamentos necessários.

Portanto, durante as primeiras etapas de desenvolvimento dos produtos, torna-se cada vez mais importante que, não só as empresas como os estudantes de Desenho Industrial e profissionais independentes, avaliem o quanto antes os aspectos de propriedade industrial, no sentido de efetivar o ato da proteção tão logo o produto esteja definido em nível de projeto e

suas viabilidades econômicas e de mercado estejam analisadas, a fim de que suas reservas para exploração exclusiva fiquem legalmente garantidas, já que o potencial de lançamento de produtos novos será mais do que nunca o grande diferencial competitivo do terceiro milênio. CUNHA (2000, p.155-6)

O outro aspecto que Cunha (2000) alerta é que com a facilidade e rapidez da divulgação de imagens e informações devido à rede mundial *internet*. Caso os projetos não estejam devidamente protegidos estarão sujeitos ao envio, para outros países, por parte de espões infiltrados reforçando a questão da espionagem industrial na atualidade.

Dentro desse panorama, considerando que o mundo atual é permeado por outro tipo de mídia, onde as imagens e informações de todos os tipos são acessadas e transferidas quase que instantaneamente de um extremo a outro do planeta e, com a competitividade exarcebada provocada pela globalização dos mercados nesse fim de ciclo, a incidência de pirataria, contrafação e cópia de produtos, de todos os tipos e qualidades, inclusive aqueles resultantes de projetos de nível razoavelmente bom e que poderiam se explorados de forma absoluta nos mercados, cresce vertiginosa e assustadoramente. Os espões e oportunistas, com suas práticas medíocres de plagiar as soluções consideradas mais criativas, estão sempre a postos, prontos para exercerem esta atividade deplorável. Algumas vezes eles tentam introduzir pequenas e sutis alterações nos bons produtos para mascarar o plágio, e os resultados de suas práticas chegam a ser patéticos porque nunca conseguem disfarçar esse ato ilegal. CUNHA (2002, p.21)

Federman (2006) ao apresentar alguns dados do Ministério da Ciência e Tecnologia, do final da década de 1990, induz e provoca, de certo modo, a sociedade para esse novo panorama que está se configurando associado à inovação tecnológica e à proteção legal no Brasil.

De acordo com os dados do Ministério da Ciência e Tecnologia, no período de 1997/1999, o Brasil possuía cerca de 31.695 doutores, tendo sido apresentadas 9.000 teses e 29.577 dissertações. Como então explicar esses números tão opostos: 31.695 doutores e 162 pedidos de patente depositados por universidades? É preciso reverter essa situação. O pesquisador brasileiro é internacionalmente conhecido e valorizado por sua capacidade, o que lhe falta é simplesmente o amadurecimento em proteger suas pesquisas. Chegamos a ponto de a revista inglesa *Nature*, bastante conhecida no meio científico, afirmar que já é hora do Brasil transformar sua força de pesquisa em vantagem econômica. A comunidade científica internacional reconhece a força e a qualidade da pesquisa brasileira e está cobrando uma posição. É importante que o meio científico nacional reconheça que é necessário que pesquisas desenvolvidas com subsídio governamental, de alto valor tecnológico, não sejam divulgadas sem a devida proteção. O cientista nacional deve reconhecer que, se não proteger suas inovações, outros vão fazê-lo e, como compensação, ficará com a decepção de ver anos de pesquisa gerando dividendos para quem não investiu. FEDERMAN (2006, p.49)

Não precisa fazer cálculos complexos para se perceber o quanto o país desperdiça de inovações tecnológicas somente nos cursos de graduação em Design Industrial – e denominações correlatas. Isso sem contar com as engenharias. Apenas para ilustrar a quantidade de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) ou Projetos de Graduação (PGs) ou de nomenclaturas similares, os quais poderiam receber algum tipo de enquadramento de proteção legal, e na verdade, ficam

esquecidos em prateleiras de bibliotecas ou das coordenações de seus cursos demonstra a falta de interesse, de clareza e de percepção sobre esse assunto.

Em se tratando de objetos tridimensionais, que se constituem em produtos industriais, o quadro atual referente a desenvolvimento de novas linguagens para soluções plásticas, a meu ver, não é muito animador. Digo isto porque, ao acompanhar atentamente os objetos dos pedidos depositados no Brasil nos últimos cinco anos, para os quais são requeridas as proteções, verificamos que estes não têm apresentado nada de extraordinário em termos de novidade da forma plástica. O que tenho constatado, na melhor das hipóteses, é uma forte tendência para o redesenho como mera tentativa de oferecer simplesmente um tratamento estético aplicado no sentido de criar uma nova identidade para produtos de mercado como estratégia de marketing. Mas de maneira geral nem isto podemos observar, os objetos não têm apresentado nada de novo, são meras variações repetitivas daquilo que já estamos fartos de ver. CUNHA (2000, p.17)

Isso pode ser um reflexo da falta de ações pragmáticas no ensino de design industrial que vinculem suas práticas com a tecnologia, com a inovação tecnológica e da familiaridade com as formas de proteção legal. Observa-se nos currículos atuais, de modo geral, que isto não tem sido uma tônica na formação das novas gerações de projetistas e designers.

Não quero dizer com isto que o design tenha parado no tempo porque ainda encontramos objetos que apresentam desenho de vanguarda, com soluções consideradas perfeitas tanto do ponto de vista da forma como da estrutura, para solucionar problemas de aplicação prática e funcionamento, para os fins a que eles se destinam ou mesmo para lançarem novas tendências de expressão estética. No entanto, infelizmente, esses casos não são corriqueiros, mas sim esporádicos e representam uma porcentagem mínima do total. CUNHA (2000, p.17-8)

2.4.18 A Qualidade em artefatos industriais, processos e sistemas

Esse elemento convergente entre o design industrial e as engenharias parte do princípio de que qualquer artefato, processo ou sistema concebido por estas áreas deve perseguir níveis de excelência de qualidade. A imagem negativa de um de um artefato industrial mal projetado pode desencadear sérias implicações aos seus idealizadores, às empresas e aos fabricantes.

Segundo Paranhos Filho (2007) a qualidade pode possuir diversas conotações e, se não estiver bem compreendida e assimilada pelos envolvidos, seu resultado gera frustração. Ao citar Juran, resgata que a qualidade deve ser definida sob os aspectos relativos ao desempenho do produto – cuja funcionalidade deve ser pelo menos igual ou superior à concorrência – e à ausência de deficiências – como atrasos na entrega e problemas de funcionamento podem gerar níveis de insatisfação com o produto resultando em reclamações e devoluções.

Batalha (2008) assume que definir *Qualidade* é uma tarefa árdua por ser “um conceito complexo e difícil de consenso podendo assumir diversos significados, dependendo das idiossincrasias de cada indivíduo”, Batalha (2008, p.55). Ao citar um pesquisador de Harvard, *David Garvin*, este autor mencionou as cinco abordagens passíveis de classificação para as diferenças de definições da Qualidade como mostra o Quadro 61.

Quadro 61: Tipos de abordagens norteadoras para classificação da Qualidade.

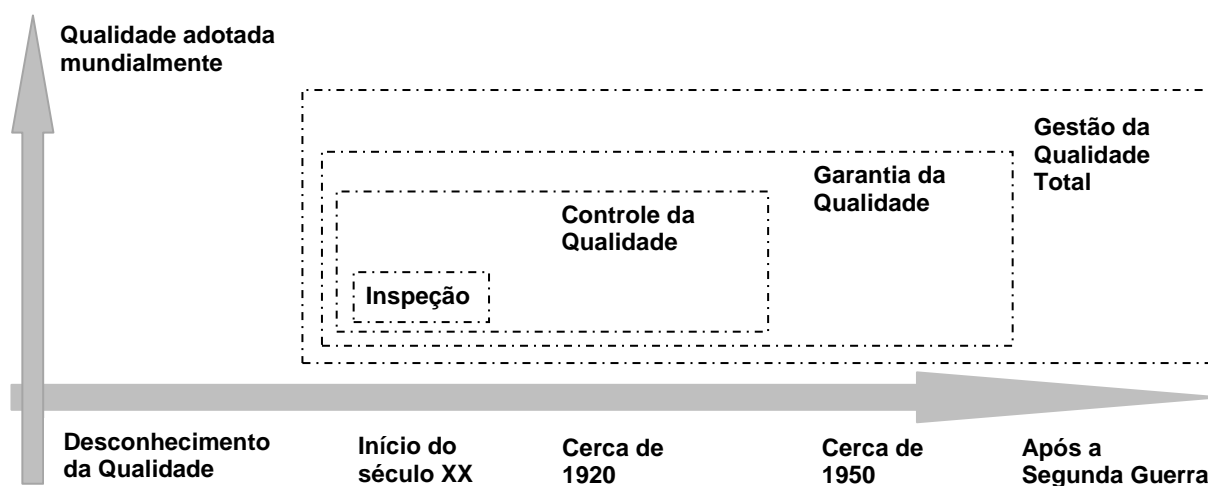
Quantidade de Abordagens	Classificação	Discriminação
Primeira Abordagem	Transcendental	O conceito de qualidade é sinônimo de excelência inata, absoluta e universalmente reconhecível.
Segunda Abordagem	Base em Produto	Trata a qualidade com uma variável precisa e mensurável, oriunda dos atributos do produto.
Terceira Abordagem	Base no Usuário	Admite que a qualidade é uma variável subjetiva, pois está associada à capacidade de satisfazer desejos e necessidades do consumidor.
Quarta Abordagem	Base na Produção	Típica do ambiente produtivo e entende a qualidade como uma variável precisa e mensurável, oriunda do grau de conformidade às especificações.
Quinta Abordagem	Base no Valor	Combina os conceitos de excelência e valor, destacando os <i>trade-off</i> qualidade <i>versus</i> preço.

Fonte: Adaptado de Batalha (2008)

De acordo com Paranhos Filho (2007) normalmente, a qualidade parte de parâmetros previamente estabelecidos denominados de *modelo padrão* e que servem de fatores de análise e de comparação para se adequar à padronização. Disso, resultou-se muitas normas, certificações e legislação, nacional ou internacional, como é o caso das *NBRs*, da *ISO 9.000* e da *14.000*, para determinar os parâmetros aceitos de qualidade dentro de cada necessidade ou situação.

A própria evolução da área da qualidade no mundo, conforme Carvalho (2008) apresentou, em capítulo de livro organizado por Batalha (2008), demonstra mudanças de foco ou de interesse no desencadeamento, inclusive, delineando novas definições e conceituações provenientes de áreas emergentes tal como a Figura 183 e o Quadro 62, respectivamente.

Figura 183: Evolução da área da Qualidade.



Fonte: Adaptado de Carvalho (2008) em Batalha (2008)

Quadro 62: Evolução da área da Qualidade.

Características	Foco	Visão	Ênfase	Métodos	Papel dos profissionais	Responsável
Inspeção	Verificação	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido	Inspeção, classificação, contagem, avaliação e reparo	Departamento de Inspeção
Controle	Controle	Um problema a ser resolvido	Uniformidade do produto com menos inspeção	Ferramentas e técnicas estatísticas	Solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	Departamentos de Fabricação e Engenharia (Controle de Qualidade)
Garantia	Coordenação	Um problema a ser resolvido, mas que é enfrentado proativamente	Toda a cadeia de fabricação, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais para impedir falhas de qualidade	Programas e sistemas	Planejamento, medição da Qualidade e desenvolvimento de programas	Todos os departamentos com envolvimento superficial da alta administração no planejamento e execução das diretrizes da Qualidade
Gestão	Impacto estratégico	Uma oportunidade de diferenciação da concorrência	As necessidades de mercado e do cliente	Planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e a mobilização da organização	Planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e a mobilização da organização	Todos na empresa, com a alta administração exercendo forte liderança

Fonte: Carvalho (2008), em Batalha (2008)

Paranhos Filho (2007) destaca três dimensões para a qualidade durante a manufatura, onde, algumas delas podem ser adaptadas à observação no nível dos produtos:

a) com base em padrões de adequação ao uso – i) quanto aos padrões de forma: dimensão, configuração, densidade, aparência etc.; ii) quanto aos padrões de conveniência: funcionamento adequado, geometria consistente, intercambialidade e resistência; iii) quanto aos padrões de função: desempenho satisfatório do item, quando usado na aplicação do consumidor;

b) com base na confiabilidade – ocorre quando o produto funciona conforme o esperado, durante um período razoável, ou seja, a probabilidade de funcionamento correto, durante um período específico de tempo, é alta;

c) com base na consistência – relacionada ao fator mínimo de desvio dos padrões, onde todas as unidades devem possuir os mesmos atributos, funções e desempenho, com pouca variação entre elas – sem defeitos. PARANHOS FILHO (2007, p.96)

Para Baxter (2011), “a qualidade de um produto depende, portanto, de um balanceamento adequado entre o atendimento das expectativas do consumidor e um pouco de excesso”, Baxter (2011, p.278).

Segundo este mesmo autor a qualidade do produto também possui várias maneiras de abordagem de acordo com cada área de interesse:

A qualidade do produto tem muitos significados diferentes para diferentes pessoas. Para um engenheiro, qualidade significa adequação aos objetivos e resistência para suportar a faixa de operações especificada. Para um gerente de produção, qualidade significa facilidade de fabricação e montagem com refugos abaixo dos níveis especificados. Para um engenheiro de manutenção, qualidade é o tempo de funcionamento sem defeitos e facilidade de consertar quando se quebra. Todos esses aspectos são importantes para que o produto tenha sucesso e, [...] devem ser

considerados durante a especificação dos padrões de qualidade do novo produto. BAXTER (2011, p.273-4)

Batalha (2008) estipulou as principais dimensões da qualidade em produtos, a saber: i) *desempenho*; ii) *características*; iii) *confiabilidade*; iv) *conformidade*; v) *durabilidade*; vi) *atendimento*; vii) *estética*; e, viii) *a qualidade percebida ou observada*, conforme ilustra o Quadro 63:

Quadro 63: Dimensões da Qualidade em Produtos.

Produtos	
Desempenho	Aspectos operacionais básicos de um produto.
Características	São os “adereços” dos produtos, as características secundárias que suplementam seu funcionamento básico.
Confiabilidade	Reflete a probabilidade de falha de um produto/serviço.
Conformidade	Representa o grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com padrões preestabelecidos.
Durabilidade	A vida útil do produto tem aspectos econômicos (velocidade de obsolescência e gastos de manutenção) e técnicos (impossibilidade de reparo). Portanto, durabilidade e confiabilidade são dimensões intimamente associadas.
Atendimento	Aspectos relativos ao serviço associado ao produto, como rapidez, cortesia e facilidade.
Estética	Aparência do produto, design.
Qualidade percebida ou observada	Inferências feitas pelo consumidor com base em sua percepção, que é afetada pela marca e reputação.

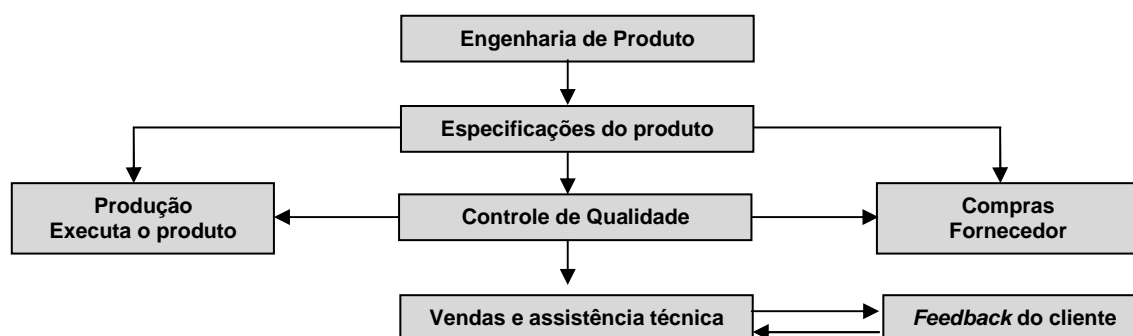
Fonte: Batalha (2008)

Conforme Paranhos Filho (2007) o principal setor responsável pela qualidade em uma empresa é conhecido, geralmente, por *Departamento de Controle de Qualidade (CQ)* e tem como principal incumbência administrar a qualidade dentro da empresa cujas atividades são:

- executar auditoria dos produtos acabados para certificar se as especificações de engenharia estão sendo seguidas;
- verificar a conformidade dos processos de fabricação, montagem e acabamento;
- operacionalizar os laboratórios de metrologia na execução de medições sofisticadas e os laboratórios de materiais incumbidos de verificar as condições físicas e químicas dos materiais utilizados pela empresa na elaboração dos produtos;
- averiguar a qualidade do material, dos componentes e dos serviços de fornecedores externos, sempre de acordo com as especificações de engenharia do produto;
- estabelecer os planos de qualidade, que consistem na elaboração de padrões de qualidade e numa organização adequada;
- manter o registro do desempenho da qualidade;
- fazer a avaliação do desempenho da qualidade;
- determinar, em conjunto com a manufatura, as causas de problemas e as ações corretivas e preventivas necessárias;
- guardar documentos, certificados, históricos de performance internos e de fornecedores;
- coordenar o sistema de qualidade da empresa;
- responder pela validação da conformidade dos produtos e dos serviços adquiridos de fornecedores e pelo estabelecimento do programa qualidade assegurada. PARANHOS FILHO (2007, p.102)

A Figura 184 ilustra como pode funcionar um fluxograma do controle de qualidade dentro de uma empresa.

Figura 184: Fluxograma do controle de qualidade de uma empresa



Fonte: Paranhos Filho (2007)

Paranhos Filho (2007) esclarece, ainda, que além das normas e legislação mais usuais a empresa pode adotar outros sistemas de qualidade como a QS 9.000 ou a TS 16.949 além de estratégias de melhoria contínua como o *Ciclo PDCA* de Deming, ou as *sete ferramentas da qualidade* (folhas de verificação, diagrama de processos, gráfico de Pareto, diagrama de causa-efeito, diagramas de correlação, histograma e cartas de controle dos processos).

[...] Assim, a partir das técnicas industriais japonesas, o controle estatístico da qualidade passou a ser mais popularizado e sua aplicação generalizou-se na maioria das empresas, principalmente nas que desejavam um diferencial de qualidade em seus produtos. Nesse período, o Controle Total da Qualidade (*Total Quality Control – TQC*) evoluiu para uma gestão mais abrangente da empresa e passou a denominar-se Gerenciamento Total da Qualidade (*Total Quality Management – TQM*). PARANHOS FILHO (2007, p.99-100)

Desse modo, tanto o design industrial quanto as engenharias, durante o processo formativo, carecem de subsídios sobre a qualidade, não apenas em termos teóricos, mas principalmente em situações reais durante o desenvolvimento de produtos, de artefatos industriais, de processos ou de sistemas. Por vezes, torna-se difícil visualizar e vivenciar estas questões aplicadas na projeção dos produtos.

2.4.19 A Gestão de Projetos e Planejamento do Produto

O último elemento de convergência, abordado nesta tese, entre o design industrial e as engenharias se refere a algo em que ambas as atividades lidam constantemente quer seja durante a projeção, antes ou após. Trata de aspectos relativos a planejar, gerenciar, monitorar, criar estratégias e outras práticas que sirvam ao desenvolvimento do produto, ao posicionamento dos setores internos da empresa ou à relação da empresa com questões externas com o cliente, o mercado, a concorrência, a competitividade, a inovação entre outras.

Best (2012) denomina a isto como gestão de projetos e envolve o equacionamento de três fatores como *tempo, custo e qualidade*:

Uma vez planejados, os projetos precisam ser gerenciados – normalmente por um gerente de projetos. A gestão de projetos consiste no planejamento e na coordenação dos recursos necessários para que um projeto seja

elaborado dentro do prazo, do orçamento e dos padrões de qualidade definidos. Implica a coordenação dos recursos financeiros, materiais e humanos necessários à sua conclusão, bem como a organização das atividades que o compõem. BEST (2012, p.52)

Esta autora cita a definição de gestão de projetos da *Association for Project Management* (APM) como sendo: “Processo pelo qual projetos são definidos, planejados, monitorados, controlados e entregues de modo a que os benefícios acordados sejam concretizados”, Best (2012, p.52). Segundo a autora, a *APM* classifica o processo de gestão de projetos em quatro fases conforme o Quadro 64, onde se faz o uso de inúmeras ferramentas para a realização de cada fase.

Quadro 64: Etapas do processo de gestão de projetos.

Organização	Preparação do briefing do projeto; Definição dos requisitos da equipe, dos métodos de trabalho e das medidas de desempenho; Especificação dos recursos necessários; Elaboração do cronograma esquemático; Identificação de atividades, obtenção de recursos, aprovação das condições contratuais e revisão das propostas.
Estrutura e decomposição	Desenvolvimento de cronograma detalhado; Garantia de recursos para o projeto; Identificação e aprovação de procedimentos.
Planejamento e fases	Gerenciamento do desempenho e das responsabilidades da equipe; Exame do progresso; Cumprimento das exigências regulatórias; Revisão e supervisão das finanças e dos controles financeiros; Monitoramento e ajuste do plano; Gerenciamento da equipe; Manutenção da comunicação com os <i>stakeholders</i> ; Coordenação, acompanhamento e controle do cronograma.
Riscos	Conhecimento, controle e gestão dos riscos.

Fonte: Best (2012), extraído da *Association for Project Management*.

Portanto, todos os setores de uma empresa ou empreendimento devem adequar a gestão de suas atividades ao gerenciamento global dela. Cada setor ou departamento costuma ter alguém a frente com o perfil de gestor ou gerente para coordenar e liderar as atividades sob sua responsabilidade.

Essa aproximação se torna bastante clara quando Mozota (2011) ilustra no Quadro 65 a comparação conceitual entre as áreas de design e gestão.

Quadro 65: Abordagem comparativa entre conceitos de design e gestão.

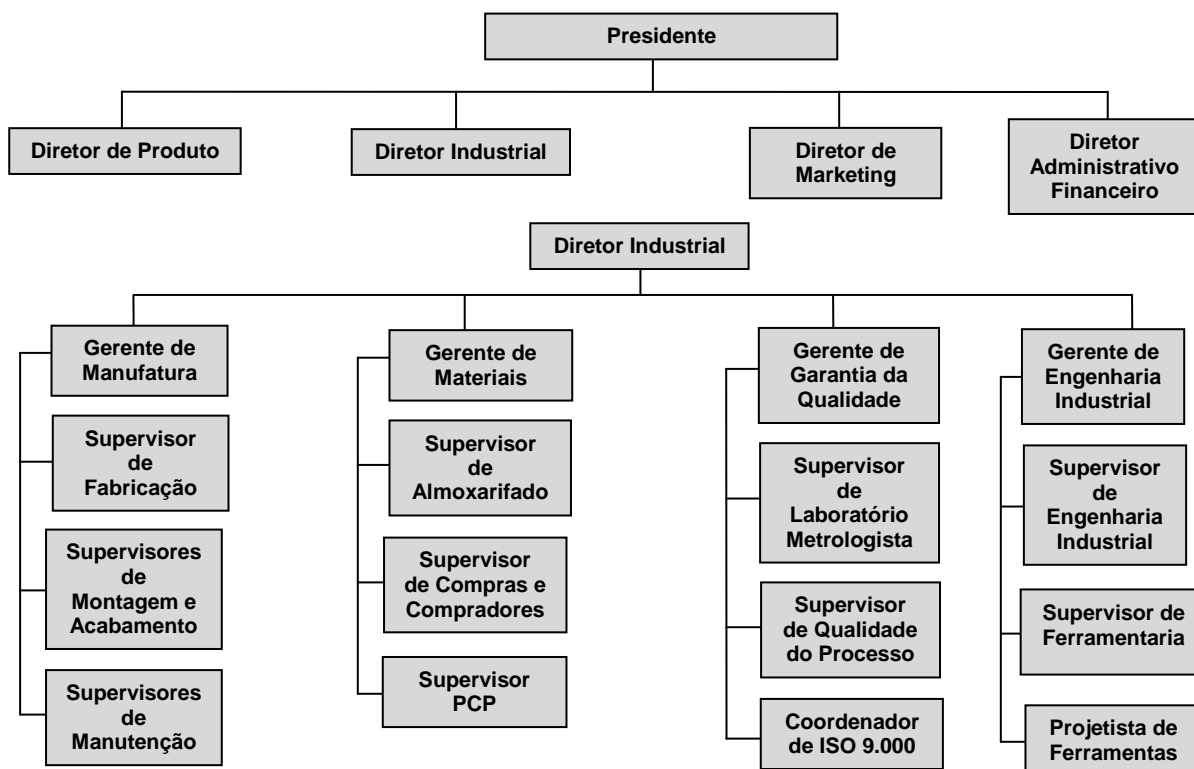
Conceitos de Design	Conceitos de Gestão
O design é uma atividade de solução de problema	Processo. Solução de problema.
O design é uma atividade criativa	Gerenciamento de ideias. Inovação.
O design é uma atividade sistêmica	Sistemas empresariais. Informação.
O design é uma atividade de coordenação	Comunicação. Estrutura.
O design é uma atividade cultural e artística	Preferências do consumidor. Cultura organizacional. Identidade.

Fonte: Mozota (2011)

De acordo com Paranhos Filho (2007) uma empresa ou organização que opera com o que se denominou de *produto seriado intermitente* deve ter na sua estrutura a seguinte situação conforme demonstra o organograma típico da divisão industrial, verificado na Figura 185. No que tange diretamente ao setor de idealização de um produto ou artefato Paranhos Filho (2007) destaca a Divisão de Produto como sendo aquele setor que:

Projeta o produto para uma finalidade, em todos os seus detalhes; define a matéria-prima adequada; desenha cada componente com suas tolerâncias de medida; testa os novos materiais e produtos em campo; faz protótipos e testa as novas soluções de produtos. PARANHOS FILHO (2007, p.56-7)

Figura 185: Organograma da Divisão Industrial.



Fonte: Paranhos Filho (2007)

Nesse sentido, o modelo e a estruturação básica desse setor podem ser transmitidos para todo e qualquer empreendimento, organização, instituto ou unidade de pesquisa e de ensino que realize estudo investigativo e pesquisa voltados à inovação e ao desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais. Normalmente, esse departamento ou setor, atrelado a outros, também pode ser conhecido por *P&D* e, se refere, à *Pesquisa e Desenvolvimento*.

No caso do design industrial, Puerto (1999) salienta que, nos últimos tempos, empreendedores com visão de futuro têm criado departamentos específicos na área e que o mesmo também já ocorre em instituições públicas – federais ou estaduais.

O gerenciamento de *Design* ou *management design* é um elemento relativamente novo na esfera profissional do *Design*, crescendo com o reconhecimento da necessidade de se definir mais criteriosamente a interação com outras áreas de planejamento e implantação corporativas. Inovações bem-sucedidas são, hoje, absolutamente impossíveis sem um interrelacionamento entre engenharia, marketing, produção e Design. O gerenciamento do Design estabelece a possibilidade da empresa ter um programa de Design, ao invés de utilizá-lo como uma atividade informal, Blauch (1989). PUERTO (1999, p.55)

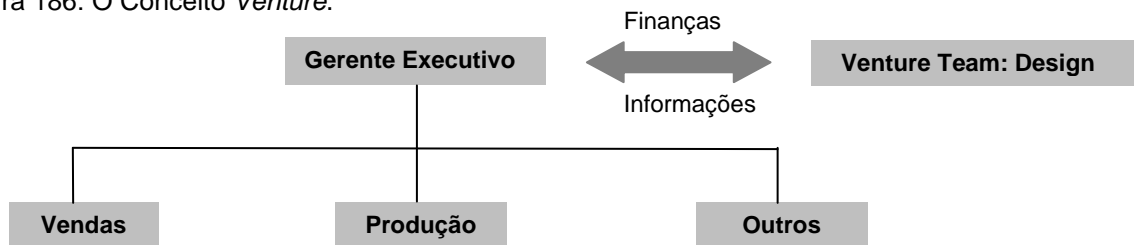
Mozota (2011) esclarece que a gestão no setor de *design* não se restringe a aspectos gerenciais clássicos como “as tarefas administrativas rotineiras, a gestão de recursos humanos e financeiros e outros procedimentos administrativos”, Mozota (2011, p.95), mas necessariamente, “o papel na identificação e comunicação de maneiras pelas quais o *design* pode contribuir para o valor estratégico de uma empresa”, (Idem).

A gestão do design é a implementação do design como um programa formal de atividades dentro de uma corporação por meio da comunicação da relevância do design para as metas corporativas de longo prazo e da coordenação dos recursos de design em todos os níveis da atividade corporativa para atingir os seus objetivos. O papel da gestão do design também é promover a compreensão da importância do design para a realização das metas de longo prazo da empresa e coordenar recursos de design em todos os níveis. Isso implica em:

- Contribuir para metas corporativas estratégicas, desenvolvendo e auditando uma política de design, articulando essa política com a identidade e a estratégia corporativa e usando o design para identificar necessidades;
- Gerenciar recursos de design;
- Construir uma rede de informações e ideias (uma rede de design e recursos de informações interdisciplinares (Blaich & Blaich, 1993). MOZOTA (2011, p.95)

Puerto (1999) apresenta, ainda, as diferentes maneiras de inserção, alocação e posicionamento do *design* nas empresas e organizações. Dentre elas, esclarece que o *design* inserido nos organogramas empresariais pode estar no último nível da hierarquia e dependente direto da produção; segundo, pode aparecer como um setor independente com a mesma importância da produção, portanto, estando na mesma linha hierárquica dela. Estas duas modalidades são mais tradicionais, clássicas e comuns de se observar na maioria das empresas. A outra modalidade, pouco observada, mas em franca ascensão mostra o *design* ligado diretamente aos executivos e gerentes da empresa – conhecida por “método do empreendimento ou da aventura” – inclusive, com maior autonomia e importância que a produção e outros setores, tal como ilustra a Figura 186.

Figura 186: O Conceito *Venture*.



Fonte: Puerto (1999) extraído de Oakley (1984)

Mozota (2011) esclarece no Quadro 66 a relação de alguns tipos de cargos de projetistas associados com suas as responsabilidades gerenciais. Essa clareza de cargos e funções se mostra pertinente para o entendimento das obrigações de cada profissional.

Quadro 66: A carreira de *designer*.

	Título	Responsabilidades
Designers	<i>Designer</i> associado <i>Designer</i> assistente <i>Designer</i>	Desenvolver soluções criativas para problemas de <i>design</i> .
Gerente de projetos de design	<i>Designer</i> sênior Gerente de projeto Diretor de <i>design</i> associado	Coordenar recursos para oferecer um design dentro de um cronograma e um orçamento predeterminado.
Gerente de equipe de design	Diretor de criação Líder de estúdio	Gerenciar a equipe de design, transferir a estratégia de design para orientações criativas e montar equipes de <i>design</i> para atender às necessidades do projeto.
Gerente de design da	Diretor Chefe	Tomar decisões operacionais e de administração geral que impulsionem o desenvolvimento de uma organização ou grupo de

organização		<i>design.</i>
Gerente de design estratégico	Diretor executivo de <i>design</i> Diretor executivo que auxilia a atingir as metas	Desenvolver o objetivo empresarial estratégico da organização juntamente com estratégias de <i>design</i> .

Fonte: Mozota (2011)

Irigaray (2006) comenta que são comuns as empresas de grande porte possuírem um gerente de novos produtos distinto de outros, pois desse modo consegue ter maior agilidade, independência e liberdade para perseguir a inovação.

Best (2012), por sua vez, reforça que a distinção básica da estratégia da gestão de design em relação a outras formas de gerir empresas ou negócios é que costuma se pautar nas pessoas, usuários, consumidores e clientes.

Para o desenvolvimento de novos processos, produtos e serviços, o design adota uma perspectiva centrada no usuário (ou focada no cliente), em contraposição à tradicional ênfase posta nas hierarquias internas ou capacidades essenciais da organização; ademais, seja no contexto de produtos e serviços, seja no contexto organizacional, o design sempre visualiza soluções centradas nas pessoas. Gerenciar a forma como o design se alinha aos objetivos organizacionais, estratégica e operacionalmente, é um dos papéis fundamentais do gestor de design. BEST (2012, p.168)

Irigaray (2006) também fornece alguns indícios para caracterização do perfil dos gerentes de produtos de acordo com o Quadro 67.

Quadro 67: Principais características do gerente de produtos.

Papel multidisciplinar;
Perfil de extrema negociação;
Poder de argumentação;
Capacidade de visão estratégica e tática;
Extrema habilidade criativa e inovativa;
Forte senso matemático e financeiro;
Grande interação interna (jurídico, pesquisa e desenvolvimento, vendas, distribuição, produção, atendimento, assistência técnica, recursos humanos, qualidade);
Grande interação externa (fornecedores, clientes, outras empresas na estruturação de alianças estratégicas, parcerias e acordos de negócio tanto no país quanto no exterior, com a matriz, afiliadas ou em acordos globais);
Grande balizador entre os interesses muitas vezes conflitantes de imagem, volume e resultados da empresa e de seus acionistas.

Fonte: Adaptado de Irigaray (2006)

Outra característica vantajosa de empresas que investem em departamentos ou setores de design tem a ver com o fato de que Puerto (1999) afirma terem condições mais favoráveis à inovação:

Empresas que possuem departamentos de *Design* conseguem atingir as expectativas de mudança e de posicionamento dentro de sua fatia de mercado, e, portanto, conseguem levar à prática as estratégias genéricas que proporcionam vantagens comparativas a respeito de suas concorrentes e, sobretudo, estão mais bem preparadas para as atividades de inovação. PUERTO (1999, p.59)

Mozota (2011), por fim, conforme mostrado no Quadro 68 esclarece melhor as fronteiras da gestão em design - as abordagens, os objetivos e as contribuições à qualidade.

Quadro 68: Modelo de convergência para design e gestão.

Abordagem de gestão de <i>design</i>	Objetivo da gestão do <i>design</i>	Suas aplicações na gestão da qualidade
Abordagem administrativa da gestão do <i>design</i>	Promover o <i>design</i> com métodos administrativos: - <i>Design</i> e desempenho organizacional; - <i>Design</i> /marca, identidade, estratégia; - Administração geral e métodos de gestão do <i>design</i> .	Contribuição de “qualitécnicos” aos <i>designers</i> e gerentes de <i>design</i> ; Dados sobre o impacto do <i>design</i> sobre “defeitos zero”; Teste de qualidade percebida.
Abordagem estratégica da gestão do <i>design</i>	Melhorar a gestão com o conhecimento de <i>design</i> ; Teorias da forma: princípios de <i>design</i> ; Criatividade e gestão de ideias.	Contribuição de <i>designers</i> aos qualitécnicos; Repensar processos; Visão compartilhada, aperfeiçoamento contínuo.

Fonte: Mozota (2011)

Portanto, como se pode verificar, a gestão de processos, de serviços, de produtos, de estratégias, dentre outras possibilidades, também se responsabiliza pelo gerenciamento de todos os elementos de convergência destacados entre o design industrial e as engenharias. A difícil arte de articular áreas diferentes, com competências e instrumentalização distintas visando objetivos previamente programados não deixa de ser uma habilidade estritamente gerencial.

Muito do que foi tratado neste item 2.4 referente a questões da área projetual e de pontos comuns entre design industrial e engenharias, podem ser, ainda, encontrado e amplamente discutido em NAVEIRO e OLIVEIRA (2001), MEDEIROS (2004), MARTINS e VAN DER LINDEN (2012) ou CROSS (2004), WEBER (2010), MELLO (2009), BUCCIARELLI (2002), COELHO²¹ (2013), BIRKHOFFER²² (2011), ROCHE e TALABÁ²³ (2004), HUDSON²⁴ (2008), CROSS²⁵ (2005), dentre tantos outros.

²¹ COELHO, D. A. [Editor]. *Advances in industrial design engineering*. Croatia: InTech, 2013. Disponível em www.intechopen.com

²² BIRKHOFFER, H. [Editor]. *The future of design methodology*. London: Springer-Verlag, 2011. Disponível em http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-85729-615-3_1

²³ ROCHE, T.; TALABÁ, D. *Product Engineering: Eco-Design, Technologies and Green Energy*. Dordrecht: Springer, 2004. Disponível em: <http://ebooks.springerlink.com>

²⁴ HUDSON, J. *Process: 50 product designs from concept to manufacture*. London: Laurence King, 2008. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/142683534/Process-50-Product-Designs-From-Concept-to-Manufacture-Jennifer-Hudson-Compartilhadosdesign-wordpress-com>

²⁵ CROSS, N. *Engineering design methods: strategies for product design*. 3rd ed. England: Wiley, 2005. Disponível em: <https://www.google.com.br/#q=Cross%2C+N.+Engineering+design+methods%3A+strategies+for+product+design.3rd+ed.+England%3A+Wiley%2C+2005+PDF+EBOOK>

3. MÉTODOS E MATERIAIS

3.1 Metodologia e tipos de pesquisas

De acordo com Severino (1996), no âmbito da pesquisa, este estudo se configura como sendo essencialmente de natureza observacional, prioritariamente qualitativa, com algumas inserções quantitativas (mista), de base teórica e de campo, primariamente exploratória com momentos de dados descritivos ou explanatórios. Pode conter dados documentais, históricos, metodológicos ou de abordagem tecnológica e de cunho aplicada relativa à evolução e transformação do Design Industrial e da ER em momentos e contextos distintos.

Sob o ponto de vista observacional, várias áreas do conhecimento se utilizam desse método e procedimento de coleta de dados. A observação controlada e a assistemática foram realizadas neste estudo durante os experimentos em artefatos físicos e seus comportamentos em laboratórios e em campo ou durante a aplicação das técnicas analíticas de produtos e de artefatos industriais.

Do ponto de vista do método qualitativo, a estratégia adotada foi a pesquisa experimental, cuja investigação procura averiguar se um determinado tratamento pode influenciar determinados resultados (Creswell, 2007). Nesse sentido, artefatos industriais (produtos) passaram por experimentos controlados e observados em alguns laboratórios.

Lima (2004) apresenta as cinco principais razões para a abordagem qualitativa: i) a importância do homem durante a investigação dos fenômenos sociais na figura do singular universal; ii) a valorização da intensidade contrapondo a quantidade; iii) a credibilidade dos resultados obtidos é um reflexo imediato das diversas perspectivas e das diferentes fontes de consulta dos métodos qualitativos; iv) o tempo de envolvimento e a intensidade dos contatos entre o pesquisador e os sujeitos investigados reduzem a fabricação de comportamentos de conveniências; v) a multiplicidade das fontes e a quantidade de tempo despendido dificultam a manutenção de pré-conceitos do pesquisador frente ao objeto de estudo.

De acordo com Creswell (2007) o método misto – qualitativo e quantitativo – envolve o uso de ambas as abordagens em conjunto e possui um respaldo maior em vez de estudos qualitativos ou quantitativos efetuados isoladamente.

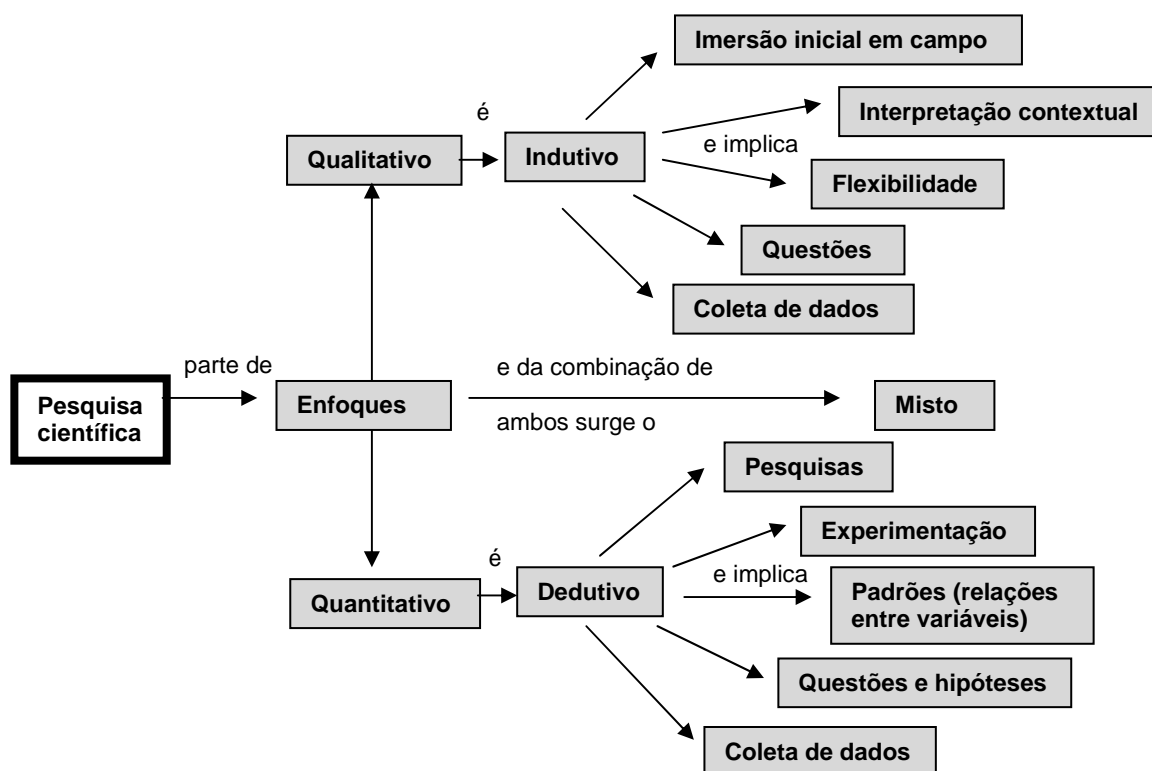
Sob o ponto de vista do método misto, adotou-se a estratégia de Estudos de Caso com narrativas explanatórias, exploratórias ou descritivas. Segundo Yin (2003) o estudo de caso trata de uma investigação que visa a exploração de um evento, uma atividade, um processo, uma instituição ou organização, uma empresa, nesse caso um conjunto de espaços físicos – pedagógicos ou não – cujo foco trata da submissão de artefatos industriais a diversas situações analíticas a partir de investigações e procedimentos, por um determinado tempo, visando a observação e a coleta de dados para a tese.

[...] É uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, Yin (2003, p.32).

Para Creswell (2007) o método misto subsidiado pelo dado qualitativo investiga a processualidade do evento enquanto o dado quantitativo indica o resultado. Desse modo, as técnicas analíticas de produtos e de artefatos industriais, um dos focos da tese, evidenciado pelo conjunto de análises em objetos físicos ou artefatos, fundamentos da ER, podem gerar dados qualitativos (observações e análises) e quantitativos (medições de desempenho) de modo complementar.

Sampieri et al (2006) construíram a Figura 187 ilustrando com maior facilidade os possíveis enfoques da pesquisa científica, onde aparece o método misto.

Figura 187: Enfoques de pesquisa.



Fonte: Extraído de Sampieri et al (2006)

Do ponto de vista quantitativo foram aplicados quatro instrumentos de coleta de dados: dois, na academia – uma entrevista e um questionário (vide Apêndices A e B) – e, outro questionário e outra entrevista nas empresas/organizações (vide Apêndices C e D), referentes ao setor produtivo. Os resultados quantitativos dos questionários e das entrevistas não foram salientados para esse estudo, mas sim, os resultados qualitativos. Os dados experimentais dos artefatos em laboratórios embora resultassem tanto em dados quantitativos quanto qualitativos, identicamente, optou-se por dar prioridade, essencialmente, na apresentação dos dados qualitativos, por entender-se que para a área do design industrial sejam mais representativos.

Quanto ao método científico este trabalho tem uma forte aproximação com o método dialético. Marconi e Lakatos (2004) resumem as leis da dialética em quatro leis primordiais: *i) da ação recíproca, unidade polar ou tudo se relaciona; ii) da mudança dialética, negação da negação ou tudo*

se transforma; iii) da passagem da quantidade à qualidade ou mudança qualitativa; e, iv) da interpenetração dos contrários, contradição ou luta dos contrários.

Demo (1987) afirma ao explicitar a metodologia dialética e suas nuances partindo da premissa de que “toda formação social é suficientemente contraditória para ser historicamente superável”, Demo (1987, p.86). Ou seja, qualquer fenômeno social possui internamente suas contradições naturais decorrentes de um processo histórico e evolutivo.

Estabelecendo um esclarecimento melhor de que maneira o método dialético se relaciona com esta tese pode-se concluir que ao estudar as engenharias, especialmente, a ER precisa-se: primeiro, descobrir suas relações, interferências e conexões com demais campos do saber, como dialogam entre si e, assim, sucessivamente; segundo, compreender que nada é imutável, o conhecimento, as atividades os processos estão em constante transformação; terceiro, perceber que o parâmetro “qualidade” está implícito em qualquer situação e, que, não necessariamente, tenha evoluído do parâmetro quantitativo; quarto e, último, assimilar que as contradições internas de qualquer fenômeno fazem parte da normalidade na mudança, na inovação e na transformação dos sistemas proporcionando os rompimentos paradigmáticos dos mesmos, parafraseando Marconi e Lakatos (2004).

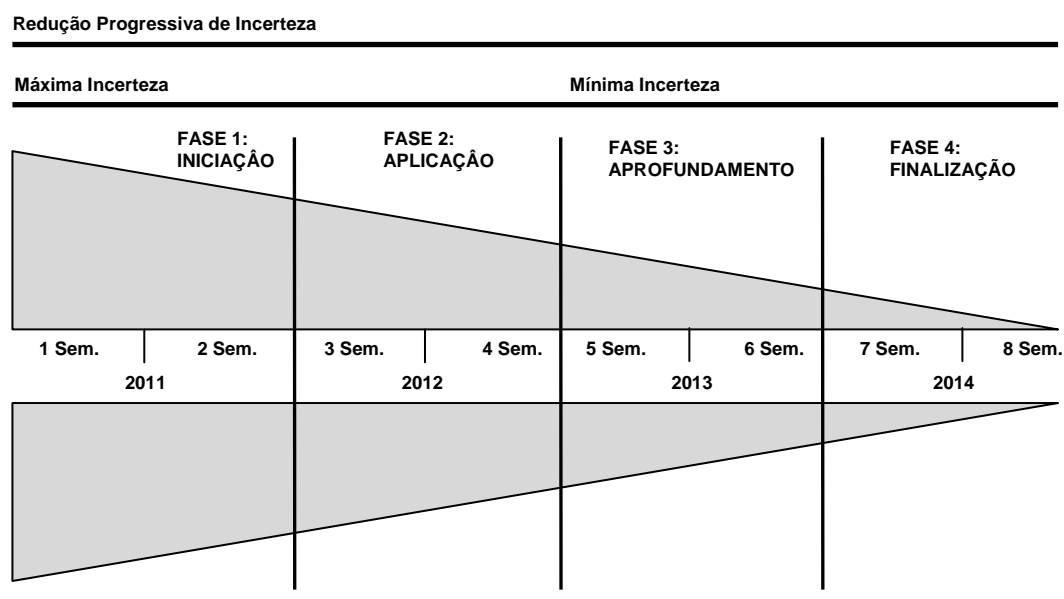
No que tange à abordagem qualitativa optou-se pela adoção do método de estudo de caso. Segundo Lima (2004) corresponde a uma das maneiras de desenvolver uma pesquisa empírica de cunho qualitativo sobre um determinado fenômeno em curso e inserido em seu contexto real. Parte, ainda, do pressuposto de que um fenômeno pode ser explicado por intermédio da exploração intensa e exaustiva de uma unidade de estudo (holístico) ou mais de uma unidade de estudo (múltiplos) possibilitando a visualização e o estabelecimento comparativo de dados.

Desse modo, fizeram parte desses “estudos múltiplos” os casos de sete espaços acadêmico-didático-pedagógicos, relativos ao ensino, à pesquisa e à extensão, entre as IES envolvidas – UFPE e UNESP – com inserções em design industrial (design) e engenharias; com relação aos espaços relativos ao setor produtivo-empresarial-industrial foram contabilizados nove estabelecimentos – três agências de design industrial e engenharia integrados; um instituto tecnológico; e, cinco empresas associadas com o desenvolvimento integrado de produtos – design industrial e engenharia.

3.2 Descrição dos procedimentos e instrumentos metodológicos

Como se percebeu inicialmente estudar e pesquisar tal assunto não aparenta ser uma tarefa das mais fáceis. Requer, dentre outras variantes, disciplina, auto-orientação e clareza dos objetivos e metas a serem atingidas até porque a problemática que se revela carrega consigo questões obscuras que implicam na compreensão da linha tênue que separa um conhecimento de domínio público daquele de direito privado. Assim acredita-se atingir, gradativamente, o grau de incertezas como atestam Phillips e Pugh (1987), explorados na Figura 188.

Figura 188: Redução Progressiva de Incerteza.



Fonte: Adaptação de Phillips e Pugh (1987)

O primeiro dos procedimentos adotados se deu a partir das palavras de Eco (1996) quando destaca quatro regras óbvias sobre a escolha de um tema de tese por um candidato: i) *que o tema responda aos interesses do candidato*; ii) *que as fontes de consulta sejam acessíveis*; iii) *que as fontes de consulta sejam manejáveis*; e, iv) *que o quadro metodológico da pesquisa esteja ao alcance da experiência do candidato*, Eco (1996, p.6).

Outros procedimentos se deram em decorrência da antiga e forte aproximação com as questões associadas à tecnologia e sua interação com a área projetual, em específico, a de Projeto de Produto, cujas fontes de pesquisa voltadas à teoria e prática do Design Industrial fazem parte do cotidiano e do universo de atuação.

No que tange às fontes de pesquisa referentes às Engenharias, especificamente, da ER houve muito que se investigar. Por exemplo, a partir da revisão bibliográfica nas áreas de Design Industrial e Engenharias, da pesquisa de bases de dados tecnológicas *on-line*, do levantamento de campo junto à academia e aos setores produtivos, em laboratórios, nos centros de excelência em P&D – instituições públicas e empresas privadas – foram coletados dados a respeito das diferentes técnicas e estratégias existentes da ER, quer seja no âmbito cronológico e histórico, mas prioritariamente no estado da arte atual.

Outro procedimento adotado foi a realização de alguns estudos de casos obtidos durante a investigação de campo onde foram sistematizados, compilados e apresentados, ainda neste capítulo, no tópico 3.3 *Estudos de Casos* e seus resultados, com profundidade, e, em seguida, foram estruturados e discutidos no Capítulo 4 Resultados, Inferências e Discussões.

Desse modo, os principais procedimentos de coleta de dados adotados foram:

- Observação e anotações;
- Levantamento fotográfico;

- Gravação audiovisual;
- Execução de desenhos, modelos virtuais e físicos;
- Investigação e coleta de dados em relatórios, documentos, mídia impressa e digital;
- Visitação a espaços físicos (*academia* – cursos, laboratórios e empresa júnior; *setor produtivo* – fábricas, indústrias, empresas, incubadora tecnológica, agência, escritório e estúdios);
- Aplicação de entrevistas e de questionários (*academia* e setores produtivos).

Quanto aos principais instrumentos de coleta de dados utilizados se podem destacar:

- Máquina fotográfica digital;
- Gravadora;
- Filmadora;
- Termômetro a laser;
- Escâner 3D;
- Máquinas de prototipação rápida (aditivas e subtrativas);
- Computador e softwares 2d e 3d.

Quanto à elaboração e confecção dos instrumentos de coleta de dados, ou seja, a criação dos questionários e das entrevistas partiram de leituras e pesquisas prévias em fontes elucidativas sobre a produção deles tais como em Marconi e Lakatos (2004), Lima (2004), dentre outros, seguida da estruturação e correção por parte dos orientadores desse estudo. A finalidade dos instrumentos de coleta de dados visou investigar dados, tanto na academia quanto no meio produtivo, sobre os seguintes aspectos: das atividades de design industrial e de engenharias; das suas relações e inter-relações no ensino e no mundo do trabalho; do uso das novas tecnologias e das tecnologias tradicionais; do conhecimento e uso da ER e da existência de outros métodos de desenvolvimento integrado de produtos.

Outro procedimento adotado foi a construção de um modelo simplificado de *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*, com a finalidade de empregar-se somente durante as visitas às empresas, organizações e setores produtivos por entender-se que há segredos industriais e/ou comerciais os quais devem ser mantidos em sigilo, exceto, caso os responsáveis autorizarem e consentirem livremente a disponibilização das informações confidenciais ao assinarem o referido Termo durante a aplicação dos questionários e realização das entrevistas (vide Apêndices C e D). Neste caso, também se optou pela omissão dos nomes dos respondentes e das empresas na apresentação dos resultados uma vez que a amostragem foi pequena devido ao método adotado de estudo de casos.

Na academia, os docentes e discentes submetidos aos instrumentos de coleta de dados não tiveram acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por entender-se que as respostas fornecidas não criaram nenhum risco de associação com os indivíduos consultados. A amostragem se configurou bastante diversificada entre várias instituições de ensino superior do país algo que eliminou qualquer possibilidade de identificação dos respondentes.

Este estudo não foi submetido ao Comitê de Ética por acreditar-se que não há exposição de seres humanos ou qualquer outra forma de vida envolvida, nem gerar situações de constrangimentos,

humilhações, exposição e identificação de pessoas indevidamente. O objeto de estudo e da coleta de dados repousam, exclusivamente, na natureza qualitativa do estudo de campo caracterizada pela análise de artefatos industriais, e de processos durante a atividade de desenvolvimento de produtos industriais seja no ensino – academia – quer seja no mundo do trabalho – setor produtivo. Por isso, o critério quantitativo não se sobressaiu diante do critério qualitativo.

O estudo de campo foi desenvolvido em instituição pública, na própria UNESP (Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM – e no Centro Avançado de Desenvolvimento de Protótipos – CADEP), portanto, em laboratórios e infraestrutura pertinentes com alguma relação com a ER (testes e ensaios, simulação virtual, prototipagem e manufatura rápida entre outros), além de empresas privadas que desempenham atividades relacionadas à mesma temática e ao desenvolvimento de produtos e artefatos industriais.

Demais dados de campo foram compilados em espaço didático-pedagógico na Universidade Federal de Pernambuco, em especial, no Curso de Design do Centro Acadêmico do Agreste, durante as ofertas do componente curricular *Análise de Produtos Industriais*; do primeiro módulo do projeto de pesquisa intitulado *Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos*; e, do *Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa* (LABDIER), sob a tutela do autor da referida tese de doutoramento. Dados valiosos foram colhidos e aplicados junto aos acadêmicos participantes das atividades pedagógicas sugeridas que tanto contribuíram para o enriquecimento das informações.

A seleção e a escolha do objeto de estudo se deram pelas seguintes justificativas e esclarecimentos:

Primeiro: no caso dos espaços acadêmico-didático-pedagógicos foram àqueles presentes em ambas as IES (UFPE e UNESP), cujas iniciativas possuem alguma predisposição ou potencial latente de integração entre o design industrial, as engenharias e à ER.

Na UFPE/CAA, três iniciativas foram conduzidas, a saber: i) a disciplina *Análise de Produtos Industriais*; ii) o projeto de pesquisa intitulado *Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: materiais, produtos e processos*; e, iii) o *Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa*, com atuação associativa ao ensino, à pesquisa ou à extensão.

No caso da UNESP, os relatos dos três espaços se deram pelo fato de que, durante o ano letivo de 2013, esteve-se vinculado integralmente como estudante e afastado da IES de origem (UFPE/CAA). Durante o primeiro semestre letivo, foi alocado no NUCAM – atividades de ensino e pesquisa; durante o segundo semestre letivo esteve alocado ao CADEP – atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Quanto à escolha da empresa ProJúnior Engenharia da FEB/UNESP, justifica-se pelo fato de sua própria existência, de estar implantada e em pleno processo de funcionamento e de atendimento às demandas locais e regionais, além do que foi mencionado sobre o incrível potencial de desenvolvimento de projetos integrando engenharias e design industrial.

Segundo: A atividade didático-pedagógica realizada no Curso de Design, da Universidade do Oeste de Santa Catarina, foi uma oficina ofertada sobre Engenharia Reversa e constituiu-se de

uma atividade de cumprimento de créditos do doutorado ao Programa de Pós-graduação em Design da UNESP.

Terceiro: no caso dos espaços relativos ao setor produtivo-empresarial-industrial a escolha e a seleção se deram pelo fato das áreas de atuação com design industrial e engenharias integradamente, com uso e aplicações de técnicas e ferramentas metodológicas advindas da ER, além do fato, das empresas estarem situadas no estado de São Paulo, fato este que permitiu maior facilidade de visitaçoão *in loco*. A única exceção foi a empresa *Spark design and innovation*, situada na capital pernambucana, portanto, de conhecimento prévio do doutorando.

Quarto: Dentro dessa explanação, com base na previsão do controle da coleta de dados e cronograma disponíveis o objeto de estudo foi eleito. Indubitavelmente, existem inúmeros outros exemplos tanto no meio acadêmico quanto no setor produtivo, mas que se tornaria impraticável tamanha empreitada e adoção de escopo de coleta de dados algo que poderia comprometer a finalizaçoão do estudo.

Os Quadros 69 e 70, respectivamente, apresentam de modo resumido sínteses dos procedimentos das atividades e de coleta de dados em campo.

Quadro 69: Síntese dos procedimentos da coleta de dados de campo.

Meio acadêmico	Setor produtivo
<p>Aplicação de questionários e entrevistas presenciais, (docentes de graduaçoão e de pós-graduaçoão e discentes de pós-graduaçoão) de treze IES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Recife/Caruaru; - Universidade Estadual Paulista – UNESP/Bauru/ Presidente Prudente; - Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF; - Universidade Federal do rio Grande do Sul – UFRGS; - Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC/SMO; - Universidade Federal do Maranhão – UFMA; - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN; - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; - Universidade de Joinville – UNIVILLE; - Faculdade de Birigui; - Escola Superior de Design Industrial – UERJ; - Universidade de São Paulo – USP Campus São Carlos. 	<p>Aplicação de questionários, entrevistas e assinatura de Termo de Consentimento Livre por dirigentes, representantes, colaboradores ou funcionários de nove empreendimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robtec; - RDesign Studio; - Parqtec de São Carlos; - Caio Induscar; - Latina Eletrodomésticos; - Embraer S.A.; - Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos; - Spark design and innovation; - Df[X] Projetos
<p>Manutenção de contato e abordagem presencial, por telefone, por email eletrônico, via reunião mantida por Skype.</p>	<p>Manutenção de contato e abordagem presencial, por telefone, por email eletrônico, via reunião mantida por Skype.</p>
<p>Visitaçoão e/ou envolvimento com projetos de pesquisa, ensino e extensão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Componente Curricular Análise de Produtos Industriais – Curso de Design CAA/UFPE; - Projeto de Pesquisa Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos – Curso de Design CAA/UFPE; - Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa – LABDIER/CAA/UFPE; - Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos – CADEP/UNESP; - Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/UNESP; - Empresa ProJúnior da FEB da UNESP; - Atividade didático-pedagógica no Curso de Design da UNOESC/SMO. 	<p>Visitaçoão técnica às instalaçoões físicas: setores de P&D, de Projetos com design industrial e engenharia e parque fabril dos empreendimentos.</p>
<p>Reunião dos dados coletados e construção de textos.</p>	<p>Reunião dos dados coletados e construção de textos juntamente com o aval das</p>

Fonte: O autor

Quadro 70: Síntese das atividades da coleta de dados de campo.

Meio acadêmico	Descrição
- Componente Curricular Análise de Produtos Industriais – Curso de Design CAA/UFPE;	Atividade teórico-prática desenvolvida com acadêmicos a respeito do conjunto de técnicas analíticas de produtos e processos (ER, DIP, DI).
- Projeto de Pesquisa <i>Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos</i> – Curso de Design CAA/UFPE;	Atividade investigativa de ensino, pesquisa e extensão desenvolvida com acadêmicos a respeito do conjunto de técnicas analíticas de produtos e processos (ER, DIP, DI).
- Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa – LABDIER/CAA/UFPE;	
- Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos – CADEP/UNESP;	Atividades de Estágio doutoral: pesquisa básica e aplicada, visitação técnica, oferta de palestras, acompanhamento e produção de protótipos com novas tecnologias (tecnologias aditivas e subtrativas) e digitalização 3D.
- Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/UNESP;	Experimento de mensuração e tomada de temperatura em materiais e produtos distintos.
- Empresa ProJúnior da FEB da UNESP;	Visitação às instalações físicas e reunião com dirigente.
- Atividade didático-pedagógica no Curso de Design da UNOESC/SMO.	Atividade didático-pedagógica com acadêmicos durante oferta de Oficina em Semana Acadêmica do Curso sobre ER.

Fonte: O autor

O tratamento dos dados coletados, prioritariamente, traduzidos em resultados qualitativos foi apresentado no Capítulo 4 e se deu, principalmente, com base em Creswell (2007) e Yin (2003), tanto os dados obtidos dos questionários e das entrevistas, do meio acadêmico e do setor produtivo, bem como a forma da estrutura narrativa dos estudos de casos envolvidos.

Para a realização de tudo isto, o projeto interinstitucional DINTER, uma parceria firmada entre a UNESP e a UFPE/CAA, as linhas de pesquisa do Programa e a possibilidade de orientação do referido tema proporcionaram condições favoráveis para a realização deste projeto de doutoramento, resultando na tese apresentada.

3.3 Estudos de casos

Este tópico tem a finalidade de narrar os estudos de casos de atividades ligadas ao design industrial e à engenharia, no que tange ao uso de novas tecnologias complementarmente às tecnologias tradicionais, aos métodos e instrumentos de trabalho em cada caso, tais como métodos de Desenvolvimento Integrado de Produtos, de ER, como modo e possibilidades de inserções multi, pluri, inter e transdisciplinares que favoreçam ou contribuam na integração de ambas as áreas e do fortalecimento da ciência e do conhecimento científico. Consta da subdivisão de dois itens: um voltado a estudos de caso da academia nas atividades de ensino, pesquisa e extensão; o outro, contemplando estudos de casos do setor produtivo envolvendo empresas, fabricantes de produtos além de escritórios, agências ou estúdio de prestação de serviços nas áreas supracitadas.

3.3.1 Estudos de casos envolvendo atividades integradoras com design industrial e engenharia no meio da academia:

3.3.1.1 O componente Curricular *Análise de Produtos Industriais* – Curso de Design CAA/UFPE;

3.3.1.2 O Projeto de Pesquisa Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos – Curso de Design CAA/UFPE;

3.3.1.3 O Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa – LABDIER/CAA/UFPE;

3.3.1.4 O Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos – CADEP/UNESP;

3.3.1.5 O Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/UNESP;

3.3.1.6 A Empresa ProJúnior da FEB da UNESP;

3.3.1.7 A Atividade didático-pedagógica no Curso de Design da UNOESC/SMO.

Neste tópico foram relatados alguns estudos de casos envolvendo aspectos relativos ao design industrial, à engenharia e às atividades inerentes tais como as tecnologias aditivas ou subtrativas de prototipagem, a testes experimentais ou ensaios físicos ou virtuais, quer seja presentes nos âmbito acadêmico ou de mercado, mas que possuem estreita relação com a problemática dessa tese. Alguns desses espaços ou se caracterizam com o perfil necessário ao design industrial, ao perfil das engenharias, isoladamente, ou ambas de modo integradas. Na maioria dos casos, as abordagens, normalmente, ocorrem sob baixas ou nenhuma interconexão entre as áreas, no entanto, as possibilidades de atuação conjunta, com troca de experiências e crescimento intelecto-criativo existem de maneira latente e de grande potencial de concretização. Há inúmeros exemplos dessas possibilidades em cada instituição de ensino e em cursos de Design Industrial e de Engenharias. A seguir foram relatados apenas alguns desses exemplos.

3.3.1.1 O Componente Curricular *Análise de Produtos Industriais* na UFPE/CAA.

O primeiro relato trata-se de uma disciplina pertencente ao Curso de Design, do Centro Acadêmico do Agreste, da Universidade Federal de Pernambuco, retomada e recriada, a partir do resgate das grades e matrizes curriculares antigas inerentes à formação do designer Industrial até cerca de meados da década de 1990. Portanto, essa experiência acontece no âmbito do ensino e das práticas didático-pedagógicas. Sua justificativa da implementação se deu por:

Possuir grande relevância na formação de estudantes de *desenho industrial* uma vez que possibilita a instrumentalização de subsídios relativos a diversos aspectos inerentes à área projetual tais como desenhísticos, funcionais, de uso, estruturais e de componentes, de montagem e desmontagem, de moldes, matrizes e gabaritos, de materiais e processos de fabricação, antropométricos e ergonômicos, de mercado entre outros. Estas informações servem de suporte para a projeção e redesenho de novos produtos a serem lançados posteriormente primando pelo aperfeiçoamento e melhoria da qualidade dos mesmos”. PLANO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO COMPONENTE CURRICULAR; CURSO DE DESIGN UFPE/CAA (2009).

A ementa do componente curricular estipula estudar os *sistemas de produção e de representação* abordando os estudos das tecnologias de materiais, métodos de produção e representação etc.

Quanto ao objetivo geral tem-se:

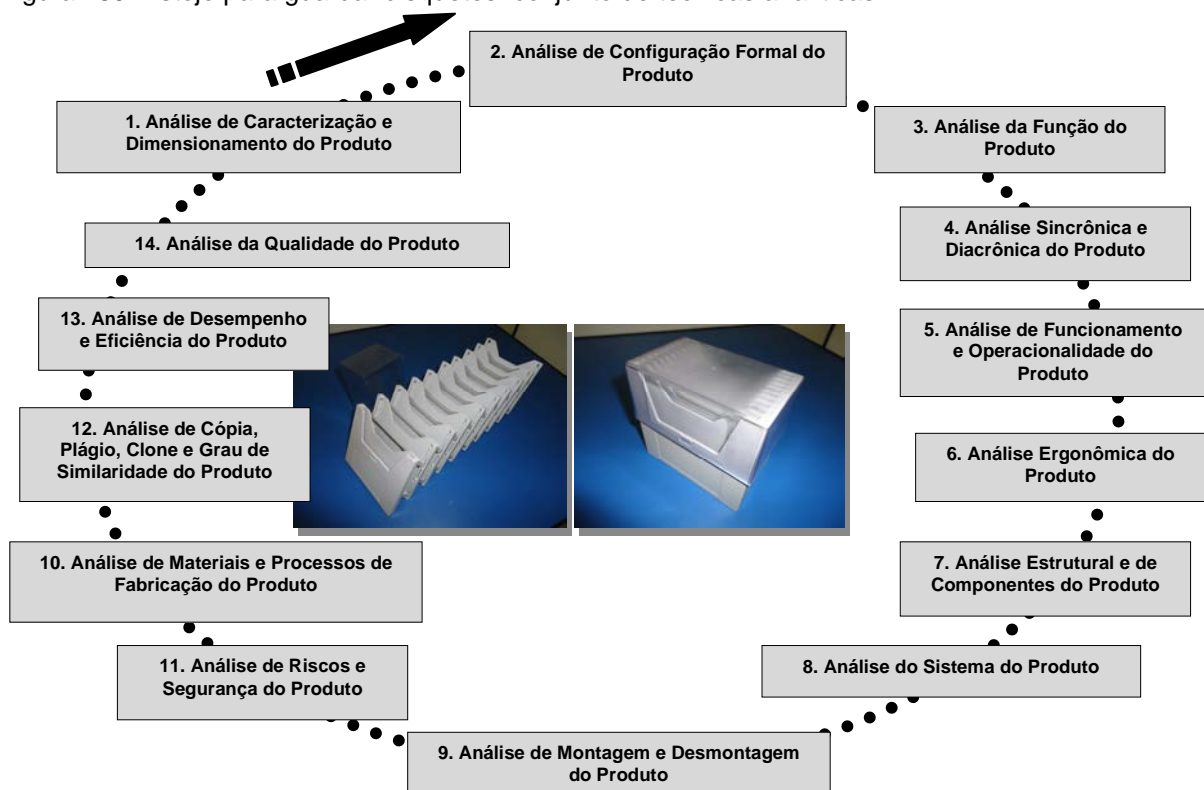
- Aplicar as diversas técnicas analíticas de produtos industriais pertencentes às áreas de Design Industrial e da Engenharia Reversa visando à qualificação dos produtos a serem redesenhados.

Quanto aos objetivos específicos pode-se destacar:

- Investigar aspectos, características e particularidades presentes nos produtos com o intuito de desencadear ações de planejamento, projeção e beneficiamento em novos produtos;
- Contribuir para a formação de postura profissional dos acadêmicos;
- Auxiliar o processo de enriquecimento intelecto-criativo e de habilidades e competências projetuais.

Nesse sentido, os acadêmicos elegem um determinado tema de artefato industrial a ser analisado sob diversas técnicas analíticas de produtos industriais durante o semestre letivo, como demonstra a Figura 189. As avaliações contemplam exercícios parciais referentes a cada técnica analítica; necessitam produzir e entregar um conjunto de pranchas em formato A3 além de um diagnóstico analítico no formato A4 referente ao conjunto das análises e técnicas aprendidas e investigadas, a saber:

Figura 189: Estojo para guardar disquetes: conjunto de técnicas analíticas.



Fonte: LABDIER e acervo do autor

Por fim, o acadêmico é submetido a uma avaliação escrita acerca dos conteúdos abordados e trabalhados durante o semestre letivo.

3.3.1.2 O Projeto de Pesquisa Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos.

O segundo relato refere-se à pesquisa enquanto instrumento formativo do acadêmico de design industrial (design de produto e industrial). No final do ano de 2009, fora aprovado em edital interno da Universidade Federal de Pernambuco, denominado ENXOVAL UFPE 2009, o qual buscava incentivar, por dois anos, a pesquisa entre docentes recém-mestres ou recém-doutores contratados pela IES para atuar no Centro Acadêmico do Agreste, uma unidade administrativa atendida pelo projeto de interiorização do ensino superior e gratuito do Governo Federal. Durante esse período inicial, entre 2009 a 2011, o estágio da *aprovação e introdução* do Projeto de Pesquisa *Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa: produtos, materiais e processos*, deu seus primeiros “passos” onde acolheu acadêmicos dos cursos de Design e de Engenharia de Produção daquela instituição de ensino. Para ser submetido, inicialmente, esteve vinculado ao grupo de pesquisa DecDes! - Design Crítico e Desenvolvimento Sustentável, com área de conhecimento Desenho Industrial e Design cujo líder do grupo de pesquisa, o professor doutor Walter Franklin Marques Correia.

No início de 2012, o Relatório Final foi produzido, sendo aprovado nas instâncias internas, além de ter sido aprovada a sua reabertura, em caráter de fluxo contínuo e permanente, no próprio curso de Design, onde funciona até o presente momento. Esse novo estágio pode ser compreendido pelo *amadurecimento e implementação* das ações e da estrutura física. O terceiro estágio do referido projeto de pesquisa está compreendido com a *consolidação e concretização* do mesmo tendo em vista que ao fim do doutoramento, é possível concorrer a editais diversos cujo requisito mínimo visa contemplar docentes com titulação em nível de doutorado.

A pesquisa tem ocorrido sob a ótica similar ao componente curricular *Análise de Produtos Industriais*, anteriormente, já relatado. No entanto, o foco, naturalmente é de pesquisa e não de ensino, embora não se enxergue a indissociabilidade, onde grupos de acadêmicos desenvolvem atividades de pesquisa com teor acadêmico-científico tal com o ilustra os exemplos da Figura 190.

Figura 190: Exemplos de produtos analisados no Centro de Pesquisas em Design Industrial e Engenharia Reversa



Fonte: Acervo do autor

Durante a realização da pesquisa, a investigação empírico-científica, a produção de textos e artigos científicos bem como suas publicações, além da experimentação e investigação laboratorial de artefatos industriais e de processos são algumas das abordagens solicitadas, além da projeção de novos produtos.

3.3.1.3 O Laboratório de Design Industrial e de Engenharia Reversa (LABDIER)

Este relato trata da construção de um espaço didático-pedagógico visando a viabilização do conjunto de técnicas analíticas, enquanto modalidade de ensino, mas prioritariamente com pesquisa ou extensão, adotadas pelas áreas do design industrial e engenharias (métodos de ER), no curso de Design, da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, vide logotipo do LABDIER na Figura 191.

Figura 191: Logotipo do LABDIER/UFPE/CAA.



Fonte: Acervo do auto

O exemplo da Figura 192 ilustra uma preocupação constante do LABDIER quanto às análises de produtos industriais. A aquisição de um saca-rolha, de valor bem abaixo das melhores marcas, desses encontrados em feiras públicas, mercearias, mercados pequenos e lojas de produtos a custo bem inferiores não suportar sequer a primeira vez de uso. A haste plástica bastante frágil e o componente metálico bastante macio. Esse aspecto está diretamente relacionado às cópias, plágios e falsificações de produtos; empreendimentos sem envolvimento com P&D, tão pouco investimentos na contratação de engenheiros e designers industriais formalmente por parte dos fabricantes; além da omissão de impostos ao governo, dentro outras questões graves.

Figura 192: Sacar-rolha econômico de qualidade inferior.



Fonte: Acervo do autor

Durante a primeira fase de implantação do LABDIER, os experimentos e as análises de artefatos se deram a partir do conjunto de técnicas e instrumentos manuais, mecânicos, físicos e analógicos. A segunda fase da implantação do LABDIER, devido aos custos mais elevados, pretende inserir, futuramente, as novas tecnologias tais como equipamentos e aplicativos digitais ou virtuais aos modos analíticos de produtos industriais.

Este método de trabalho, em fase de processo de implantação, aliando ensino e pesquisa, posteriormente podendo atender à extensão e prestação de serviços, recebeu algumas publicações e formas de socialização em alguns eventos relevantes na área, a saber, o P&D Design 2012 e o IV Simpósio de Pós-Graduação em Design da UNESP/FAAC em 2013, maiores detalhes vide referências.

3.3.1.4 O Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos (CADEP/FAAC/UNESP)

O espaço pedagógico Centro de Apoio ao Desenvolvimento de Produtos da UNESP foi criado com o intuito de se somar ao já existente Laboratório Didático de Materiais e Protótipos, vide Figura 193, da mesma instituição proporcionando o uso de novas tecnologias de prototipagem rápida aliadas às tecnologias convencionais de modelagem e prototipagem.



Figura 193: Fachada do Laboratório Didático de Materiais e Protótipos anexado ao CADEP.



Fonte: Acervo do autor

Segundo o Projeto de Criação e Implantação do CADEP (2009) pode-se destacar por objetivo geral:

Aplicar e estudar diferentes recursos de modelagem e processos de PR, suas vantagens, características e restrições técnicas, e principalmente auxiliar na geração tecnológica centrada no apoio a pesquisa, graduação, pós-graduação, atividades de extensão, e também a prestação de serviços à indústria local e regional. ALENCAR e RODRIGUES (2009, p.07)

Quanto aos objetivos específicos do mesmo projeto se pode salientar:

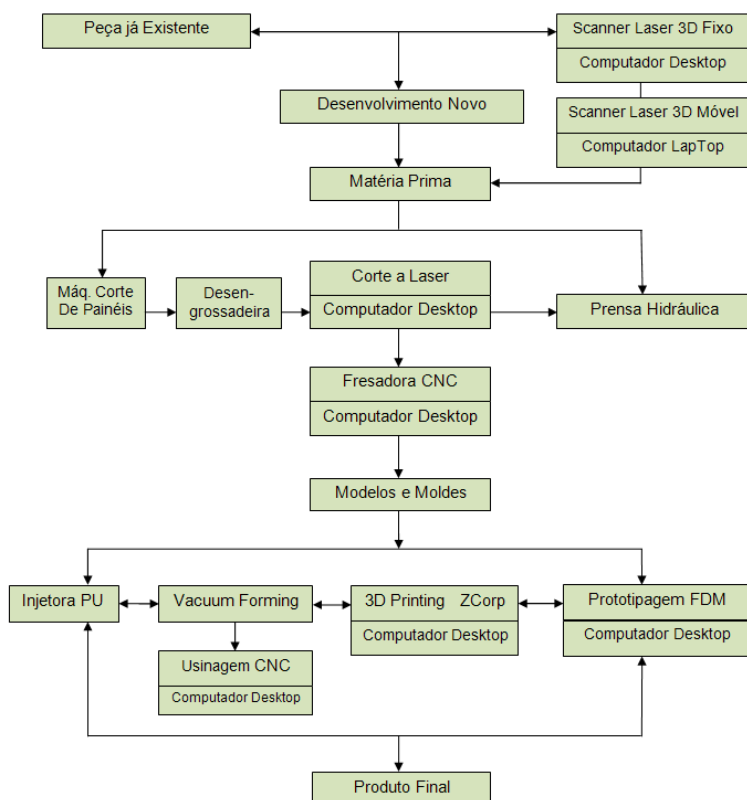
- Colocar a Unesp como a primeira universidade no mundo a oferecer esse modelo de Laboratório, baseado em tal diversidade de recursos e atendimento, e de acordo com Volpato (2007), uma das 70 universidades do mundo a dispor de tecnologias digitais voltadas à prototipagem e ferramental rápida.
- Realizar pesquisas científicas e tecnológicas e apoiar as atividades de docência e pesquisa da Unesp, otimizando o tempo relativo a representação tridimensional dos projetos desenvolvidos, profissional ou didaticamente, bem como elevar o nível de qualidade e de detalhamento, impossível de se obter por outros meios e tecnologias.
- Colocar tal conhecimento e prática à disposição dos cursos de graduação e pós-graduação, por meio de cursos e estágios, gerando, como resultado, uma atualização adequada e necessária às atividades projetivas não apenas no design mas também nas engenharias, e áreas da saúde, inserindo o conhecimento universitário na realidade tecnológica.
- Prestar serviços a comunidade, apoiando a indústria local e regional, em suas atividades de desenvolvimento de produtos. ALENCAR e RODRIGUES (2009,p.08)

Dentre os principais equipamentos e tecnologias a serem destacadas de aquisição e disponibilizadas no CADEP pode-se elencar:

- Um sistema óptico de digitalização 3D móvel;
- Uma router CNC para peças planas;
- Uma máquina de corte a laser para peças planas;
- Uma fresadora CNC 3 eixos;
- Uma injetora de baixa pressão para termofixo (PU);
- Uma máquina de prototipagem rápida pelo processo 3D Printing;
- Uma máquina de prototipagem rápida pelo processo SLA.

A Figura 194 apresenta um diagrama contendo o fluxograma de atividades existentes no CADEP.

Figura 194: Diagrama de produção do CADEP



Fonte: ALENCAR e RODRIGUES (2009)

No caso do Estágio doutoral no CADEP, esse momento experimental ocorreu durante o segundo semestre letivo de 2013, como forma de atendimento à modalidade de Estágio ao processo de doutoramento, sob a supervisão do professor doutor Osmar Vicente Rodrigues, co-orientador desta tese. Basicamente, todos os procedimentos operacionais foram desempenhados pelos bolsistas do CADEP, devido à política de normas e uso dos equipamentos. Coube ao estudante de doutorado atribuições como frequentar, participar, interagir, planejar, monitorar e acompanhar as atividades envolvendo as produções com RP (tecnologias aditivas e subtrativas) e ER (digitalização 3D e inspeção óptica).

3.3.1.5 O Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/UNESP/FAAC; Página oficial <http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/nucam/>

O NUCAM - Núcleo de Conforto Ambiental trata-se de um espaço destinado à Pesquisa da UNESP/FAAC. Tem por objetivo geral a construção de uma atuação efetiva nas atividades de ensino, pesquisa e extensão na área de Conforto Ambiental. Atualmente, encontra-se cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq, cujas atividades são conduzidas pelos docentes Dra. Léa Cristina Lucas de Souza (UFSCar), Dr. João Roberto Gomes de Faria (FAAC) (coordenador atual) e Dra. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes (FAAC).

A formação do Núcleo se deu em 1999, como um processo resultante do desenvolvimento de estudos, pesquisas e atividades de interesse comum a docentes do Departamento de Arquitetura,

Urbanismo e Paisagismo (DAUP), atuantes na área de Conforto Ambiental, no decorrer dos anos. A própria necessidade de estabelecer uma infraestrutura para o desenvolvimento das pesquisas conjuntas e atividades didáticas em Conforto Ambiental colaborou para as constantes discussões, propostas e conquistas daqueles docentes. Basicamente, constitui-se de docentes e pesquisadores de iniciação científica e de pós-graduação.

As áreas de atuação em pesquisa do NUCAM encontram-se vinculadas à área de concentração de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo do DAUP e são: a) Conforto Térmico; b) Acústica Arquitetônica; e, c) Iluminação e Conforto Visual.



Em sua trajetória o NUCAM sofreu uma evolução na identidade visual, mas desde então, conservou o conceito dos três círculos representando fenômenos propagadores de ondas por calor, som e a luz. As cores estão associadas ao sol, ao céu e o ar como meios de troca das ondas de calor, som e luz.

Desde o ano de 1999 mantém uma integração das atividades desenvolvidas por intermédio da instalação do LADICA – Laboratório Didático de Conforto Ambiental, equipado com mobiliários, equipamentos, instrumentos, softwares (Ecotect v5.1, AutoCAD Architectural Desktop R2 e Destop Radiance) e computadores tornando as atividades com Conforto Ambiental apropriadas para o desenvolvimento dos objetivos do NUCAM. Encontra-se à disposição dos pesquisadores equipamentos como termômetro digital com 4 e 8 canais e impressora, conjunto digital de termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e de globo, termômetro infravermelho, higrômetro, anemômetro digital portátil, luminâncímetro digital portátil, luxímetro digital portátil, registrador de temperatura e umidade do ar e de iluminância, sonômetro digital portátil com divisor de frequências, câmera fotográfica digital, medidor de energia solar e heliodon.

O NUCAM participou do Convênio de Cooperação Científica CAPES-GRICES envolvendo a FAAC-UNESP, a EESC-USP e a Universidade do Minho (Braga, Portugal), de onde foram realizadas atividades como estágio pós-doutoral e doutorado sanduíche de docentes, workshop luso-brasileiro "Planejamento Integrado: em busca de desenvolvimento sustentável para cidades de pequeno e médio portes" (2004, na Universidade do Minho) e o PLURIS 2005 - 1º Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, na Escola de Engenharia de São Carlos. A extensão do convênio, além do objetivo da complementação da formação docente e de desenvolvimento de projetos de pesquisa, visa também à promoção de maior integração entre a graduação e o Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Diversos trabalhos desenvolvidos por parte do NUCAM e de seus integrantes receberam premiações e menção honrosa oriundas de vários eventos.

Durante o período de cerca de dois meses, situado entre março e abril do ano de 2013, foi realizado uma atividade experimental junto ao NUCAM - Núcleo de Conforto Ambiental, um Espaço destinado à Pesquisa da UNESP/FAAC. O experimento constituiu-se de realizar um levantamento de

medição e aferição de superfícies quando expostas ao sol e ao calor no intuito de perceber o comportamento das estruturas e superfícies e suas influências quanto ao conforto térmico e riscos potenciais de queimaduras ou lesões por contatos. Foi adotado um aparelho termômetro a laser manual para a coleta dos dados. Nas áreas externas, foram feitas coletas nos períodos mais críticos de incidência solar durante as manhãs (10:00h às 12:00h) e pelas tardes (13:00h às 15:00h) no campus da instituição. Fizeram parte da coleta em ambiente externo automóveis com cores distintas, bicicletas e motocicletas e amostras de materiais diferentes tais como emborrachado, plástico, vidro, espuma, cerâmico, metálico, madeira e outros. Em ambientes internos coletou-se a temperatura de alguns produtos submetidos à energia elétrica como computador, *notebook*, cafeteira elétrica, forno micro-ondas, fogão, ferro de passar roupa entre outros e que possuem riscos de superaquecimento, derretimento, incêndio, explosão, descargas elétricas ou queimaduras e lesões aos usuários, como ilustra exemplos da Figura 195.

Figura 195: Experimentos com medição de temperatura em ambiente externo e interno.



Fonte: Acervo do autor

3.3.1.6 A Empresa ProJúnior da Faculdade de Engenharia de Bauru (Unesp). Sítio oficial <http://www.projuniorbauru.com.br>

A Pro Junior é a empresa júnior da Faculdade de Engenharia da Unesp de Bauru. Formada por estudantes de Engenharia, Arquitetura e Jornalismo atua na realização de projetos em Engenharia Elétrica, Civil, Mecânica e de Produção. A Empresa tem como intuito agregar conhecimento prático aos alunos da Universidade e oferece serviços a trinta por cento do valor de mercado.



Fundada em 1995, a Pro Junior é uma das mais antigas empresas juniores do estado de São Paulo. Com cinco anos de exercício, em 2000, a Empresa foi desativada, e assim, permaneceu até 2004, quando alunos de Engenharia Mecânica decidiram reestruturá-la. Oficialmente foi rerepresentada aos alunos da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) em 2005. Nesse ano, foram abertas inscrições para a suplência da Diretoria Executiva.

Em 2006, foram retomadas as atividades e deu-se início ao desenvolvimento de projetos e à reestruturação visando o seu melhor funcionamento.

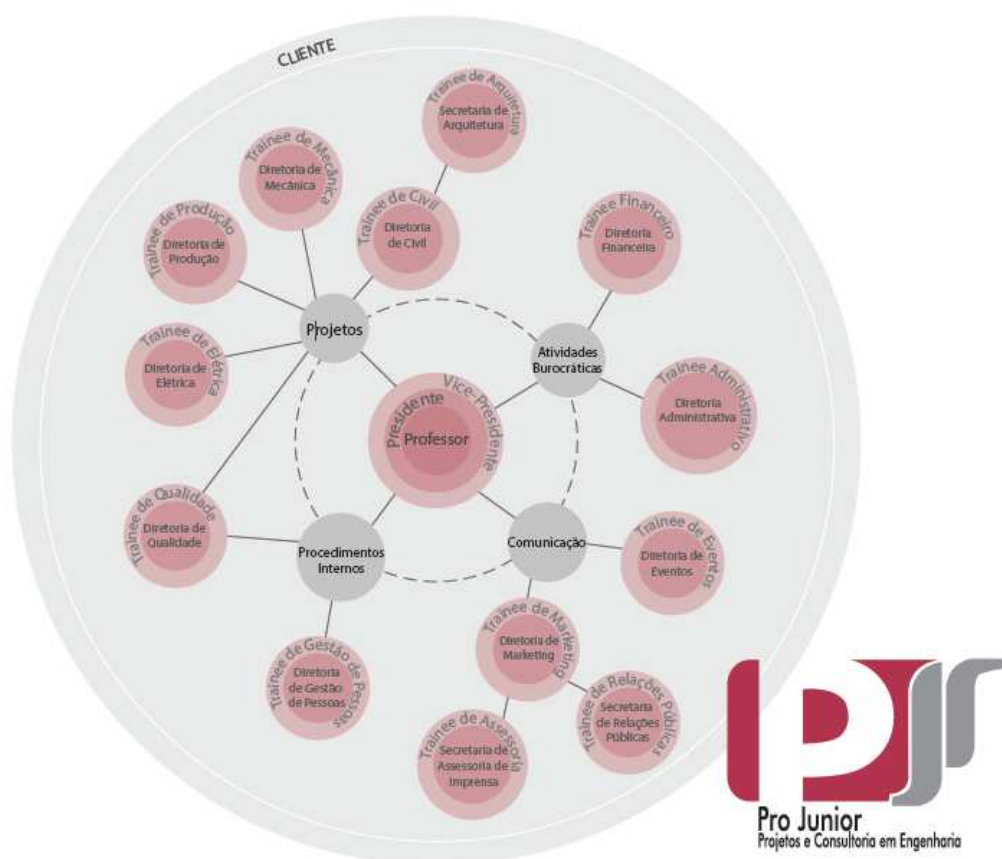
Atualmente, a estrutura da Pro Junior é dividida em quatro diretorias de projetos (elétricos, mecânicos, civis e de produção), duas de comunicação (eventos e marketing) e cinco administrativas (administrativa, financeira, presidencial, qualidade e gestão de pessoas). Além disso, conta com duas secretarias de apoio, assessoria de imprensa e arquitetura e urbanismo.

A Pro Junior tem como missão desenvolver os conhecimentos dos acadêmicos da graduação, retribuindo à sociedade o investimento feito aos estudantes das Universidades Públicas. A Empresa devolve com a oferta de serviços de qualidade, preços abaixo dos oferecidos pelo mercado e com seriedade profissional. A visão da Pro Junior busca, através do esforço conjunto de toda a equipe e do apoio da Universidade, tornar-se referência entre as demais empresas juniores do estado de São Paulo e obter reconhecimento pelo trabalho de qualidade realizado. Os valores que a Pro Junior acredita e tenta seguir à risca são o compromisso, o empreendedorismo, a ética, o profissionalismo, a responsabilidade social e a sustentabilidade.

A empresa júnior emprega uma política de qualidade a qual visa à melhoria contínua dos processos, do conhecimento e do aprendizado de seus membros, sempre objetivando a qualidade e seriedade dos serviços prestados.

Voltada para projetos e consultoria em Engenharia, a equipe da Pro júnior busca identificar e atender às necessidades atuais e futuras dos clientes, buscando garantir um alto nível de satisfação através do Sistema de Gestão da Qualidade, trabalhando em conformidade com os requisitos legais, estatutários, regulamentares e contábeis, como ilustra a Figura 196.

Figura 196: Organograma e fluxograma da Empresa ProJúnior da FEB/UNESP.



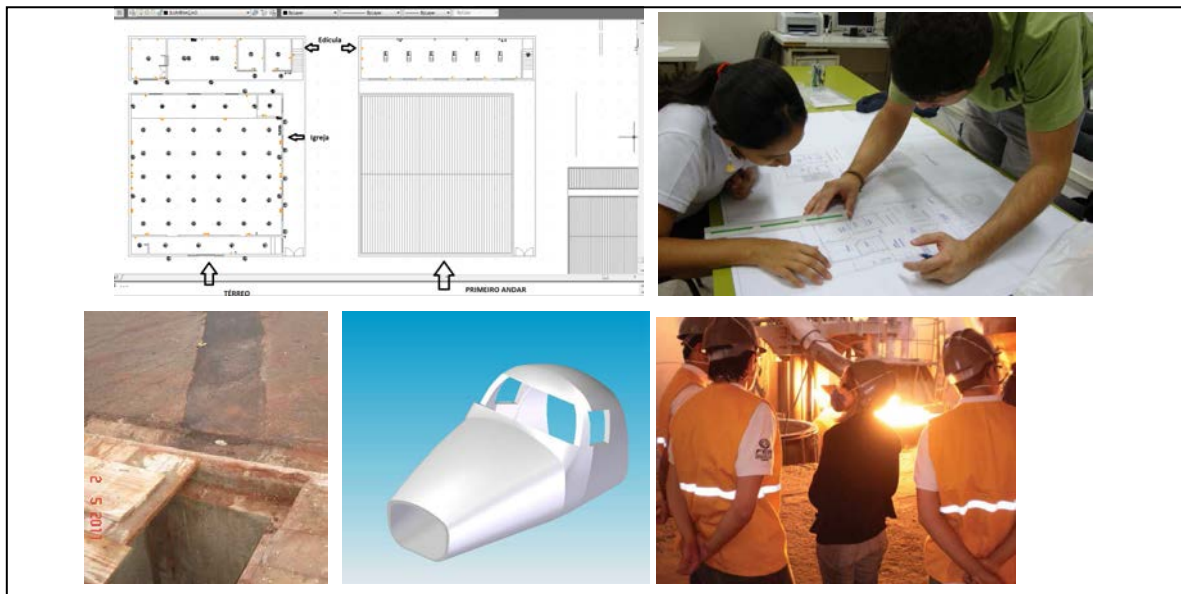
Fonte: Cortesia da Empresa ProJúnior da FEB/UNESP

Nesse contexto, a Pro Junior se compromete a trabalhar com alta competência tendo como base a infraestrutura, o apoio e o conhecimento que a unidade da Unesp Bauru oferece.

O principal *slogan* da empresa se resume em: "Pro Junior: Melhoria contínua em conhecimento e qualidade para melhor atender a seus clientes"

Como ilustra a Figura 197, os principais exemplos de projetos realizados pela ProJunior foram: a) Projetos elétricos: Igreja Unidos em Cristo; Instalações elétricas; Ligações subterrâneas; b) Projetos Cíveis: Igreja Bola de Neve; Igreja Unidos por Cristo; c) Projetos mecânicos: Empresa YEB Marketing & Sourcing; Simulador de Vôo; Forno Elétrico; Baja 2011; Vasos de pressão; d) Projetos de produção: Análise de linha de produção; Implantação de melhorias; Fluxograma Unesp.

Figura 197: Exemplos de projetos desenvolvidos pela ProJúnior da Unesp Bauru.



Fonte: Cortesia da ProJúnior FEB Unesp (Bauru)

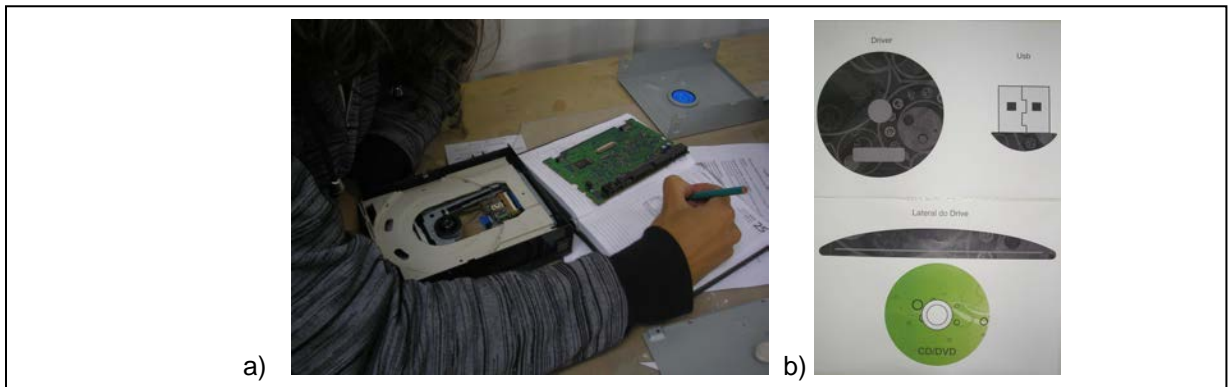
3.3.1.7 A atividade didático-pedagógica em curso de Design da UNOESC

Durante a X Semana Acadêmica do Curso de Design, da Universidade do Oeste de Santa Catarina, realizada em São Miguel do Oeste, estado de Santa Catarina, no ano de 2013, foi ofertado um minicurso intitulado *Técnicas de Engenharia Reversa Úteis ao Design Industrial*. Esta atividade didático-pedagógica foi transformada em publicação de artigo científico intitulado *Técnicas de engenharia reversa uteis ao design industrial? Uma atividade pedagógica no curso de design da Unoesc/SMO* e apresentado durante o IV Simpósio de Pós-graduação e Pesquisa em Design da UNESP/FAAC, conforme consta em Referências.

Constituiu-se, basicamente, da exposição inicial de conteúdos teóricos referentes à Engenharia Reversa aos acadêmicos daquele curso seguida da escolha prévia de artefatos industriais a serem analisados, desmontados e montados para servirem de estímulo ao processo criativo, de redesenho e de inovação dos produtos.

Os acadêmicos, ao final da atividade, além de produzirem conceitos de produtos com inovação incremental ou radical – alguns com maior grau de inovação que outros, mediante exemplo da Figura 198 – quando consultados salientaram a relevância dos conteúdos e técnicas tratadas destacando a contribuição das engenharias para o design industrial e design.

Figura 198: a) Processo analítico de montagem e desmontagem de leitor e gravador de equipamento CD/DVD para CPU; b) Solução apresentada por acadêmica da UNOESC/SMO de leitor e gravador de equipamento CD/DVD para CPU.



Fonte: Nascimento Silva; Faria; Rodrigues (2013)

Os resultados dessa experimentação apontaram para uma maior instrumentalização técnica dos acadêmicos da área projetual além de muni-los com um maior repertório verbal e intelectual visando o diálogo e a comunicação durante o projeto com as engenharias. Aspectos detalhados dessa atividade pedagógica envolvendo ER e design industrial foi relatado durante o IV Simpósio de Pós-Graduação em Design 2013, na UNESP.

3.3.2 Estudos de casos envolvendo atividades integradoras com design industrial e engenharia no setor produtivo e de serviços

Os dados apresentados a seguir resultaram, principalmente, da coleta de dados com pesquisas em catálogos técnicos, *folders*, visitação a estandes em feiras de eventos e de exposições, vídeos institucionais, página oficial da rede internet e demais matérias digitais. Todos os exemplos citados receberam contatos via *emails*, telefone e documentos oficiais e institucionais além de abordagens pessoais e diretas aos seus representantes, gerentes e/ou funcionários além da coleta de outras maneiras como tomadas de fotografia, quando permitida e autorizada. Todas as empresas abordadas no estudo se mostraram solícitas e disponibilizaram suas estruturas para visitação, aplicação de questionário e entrevistas mostrando-se favoráveis à contribuição à tese e à academia.

Fizeram parte desse estudo:

- A empresa *Robtec* (novas tecnologias e desenvolvimento de produtos e protótipos);
- A empresa *RDesign Studio* (agência de projetos de design e engenharia);
- A instituição *ParqTec* de São Carlos (incubadora de empresas de base tecnológica, inovação, design e engenharia);
- A empresa *Caio Induscar* (ônibus e transporte coletivo);
- A empresa *Latina* (eletrodomésticos);
- A empresa *Embraer S.A.* (aviação comercial, executivo e de defesa);
- A empresa *Gnatus* (equipamentos médico-odontológicos);

- A agência *Spark design and innovation* (projetos de design industrial e engenharia);
- A empresa Df[X] Projetos (projetos de design industrial e engenharia).

A seguir, foram apresentados os relatos e estudos de casos de cada espaço pertencente ao estudo de campo no setor produtivo-empresarial e industrial.

3.3.2.1 A empresa ROBTEC – Fonte: Visitação, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos e Página oficial <http://www.robtec.com/>



A Empresa Robtec, foi fundada em 1994, com sua sede na cidade de Diadema, estado de São Paulo. Considera-se uma pioneira na introdução de tecnologias de prototipagem rápida no Brasil e na América Latina, feito este que a posiciona como uma empresa líder e conceituada no ramo. Atualmente, possui escritórios no Brasil, na Argentina, no Chile, no Uruguai e no México além da China. Prima pela presteza e rápido atendimento aos clientes aliando conhecimento técnico e mão-de-obra especializada, matérias-primas adequadas com cada necessidade proporcionando segurança e tranquilidade na contratação dos serviços. Presta uma diversidade de serviços que vão desde o projeto e desenvolvimento do produto, à fabricação contemplando os desenhos, a prototipagem rápida, a ferramentaria, a ER, a digitalização óptica 3D, a inspeção e o controle dimensional, entre outros.

A Robtec proporciona serviços diversificados que atendem a demandas do pequeno ao grande empreendimento envolvido com desenvolvimento de produtos tais como:

- i) Serviços e equipamentos de Prototipagem Rápida;
- ii) Serviços e equipamentos de Digitalização e Inspeção Óptica;
- iii) Soluções rápidas, inovadoras e de qualidade, para o desenvolvimento de novos produtos;
- iv) Melhor prazo de entrega no mercado;
- v) Preços acessíveis para todo tipo de projeto.

Representa e comercializa aplicativos e equipamentos tais como a *GOM, 3D Systems, MTT Technologies Group, Mechdyne Enabling Discovery, Materialise Software*. Possui certificação em qualidade com o *Certificado Internacional de Det Norske Veritas*. Dentre a diversidade de clientes se podem mencionar alguns exemplos pertencentes ao setor automotivo (*Arteb, Mercedes-Benz, Siemens VDO, Visteon, Pial Legrand*), aeronáutico (*Embraer*) e aeroespacial (*Cenpra*).

A) Prototipagem Rápida:

As tecnologias aditivas são capazes de produzirem modelos físicos 3D em diferentes materiais a partir de desenhos CAD com Estereolitografia (SLA) e Sinterização à Laser Seletivo (SLS), de acordo com a Figura 199.

Figura 199: Exemplos de protótipos rápidos em *SLA* e *SLS*.



Fonte: <http://www.robtec.com/>

B) Pré-series:

1. Vacuum Casting - O processo origina-se do modelo padrão, construído em qualquer sistema de RP, que será utilizado para construção de um molde de silicone. A maior vantagem desse processo é que se obtém alta redução do custo de produção e tempo, com alta qualidade nos modelos injetados, como mostra a Figura 200.

Figura 200: Exemplos de protótipos em *vacuum casting*



Fonte: <http://www.robtec.com/>

2. Vacuum Bag – Processo destinado para produção de peças estruturais devido a sua resistência, mas com o devido tratamento podem ser produzidas peças que requeiram qualidade estética. Possui um processo rápido para a produção de peças em material composto, combinação de uma resina e um reforço, verificadas nos exemplos da Figura 201.

Figura 201: Exemplos de protótipos em *vacuum bag*.



Fonte: <http://www.robtec.com/>

C) Rapid Tooling

Processo que combina as diversas tecnologias de RP para o desenvolvimento de um molde protótipo, capaz de reproduzir de centenas até milhares de peças, com um custo inferior do que o de um molde definitivo e em tempos bem mais reduzidos em relação aos processos convencionais.

Pode ser utilizado tanto como protótipos para um lote piloto de peças no material definitivo quanto para a produção de um lote pequeno de peças, como ilustra a Figura 202.

Figura 202: Exemplos de protótipos obtidos em *rapid tooling*.



Fonte: <http://www.robtec.com/>

D) Hard Tooling na China

Todo o trabalho de engenharia é feito no Brasil. Um *Project Manager* Brasileiro é designado para administrar o envio dos arquivos à Robtec China para iniciar o processo de produção. Já com os arquivos o *Project Manager* da Robtec China dá sequência na confecção das ferramentas, utilizando equipamentos de última geração e mão de obra com custos mais competitivos do mercado mundial, vide a Figura 203.

Figura 203: Conexão direta com a China para projetos de *hard tooling*.



Fonte: <http://www.robtec.com/>

E) Digitalização e Inspeção

A digitalização óptica se constitui uma excelente ferramenta para quem deseja otimizar os processos de desenvolvimento de produtos dentro da ER. Através desse processo é possível gerar um arquivo CAD 3D de qualquer superfície, tamanho, complexidade e densidade com total fidelidade. Pode-se ainda digitalizar conjuntos montados ou desmontados e ainda fazer o autoposicionamento das partes, possibilitando assim, a visualização de uma parte/peça ou ainda o objeto por completo, como demonstra a Figura 204.

Figura 204: Captura por Digitalização 3D.



Fonte: <http://www.robtec.com/>

F) Engenharia de Produtos

A Robtec possui um time de profissionais com grande experiência na área de desenvolvimento de produtos, contando com metodologia de trabalho interdisciplinar, equipamentos e *softwares* de última geração como demonstra o Quadro 71.

Quadro 71: Equipes interdisciplinares da *Robtec*.

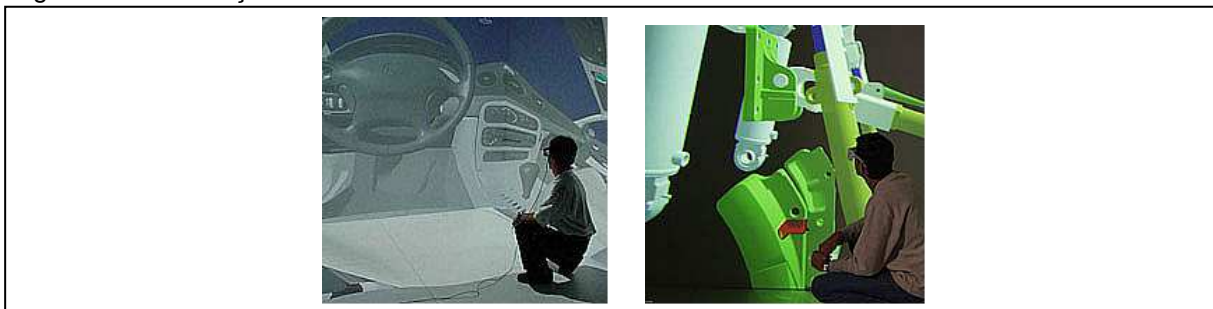
Desenvolvimento de Produto	Partindo do conceito, design industrial, arquivos 3D ou simples sketches, os técnicos podem desenvolver desde simples peças a complexas montagens mecânicas visando suprir todas as suas necessidades.
CAE Reológico	Para verificação do preenchimento, empenamento e ciclo de refrigeração de peças projetadas pelo time de engenharia ou não. Conta com softwares de alto nível para esta atividade além de técnicos com mais de 15 anos de experiência na área de simulação.
CAE Estrutural	Simulando condições de carregamento estático e dinâmico além de análises lineares e não lineares, a Robtec conta com softwares de alto nível para esta atividade assegurando que todos os requisitos da peça possam ser atingidos otimizando ainda o dimensional para a fabricação.
Engenharia Reversa	Após o processo de digitalização de uma peça qualquer, o resultado pode ser enviado diretamente a softwares para reconstrução de superfícies. O sistema de reconstrução permite que a superfície seja controlada passo a passo na aderência à nuvem, obtendo assim uma variação dentro dos padrões exigidos por cada tipo de trabalho executado.

Fonte: <http://www.robtec.com/>

G) Realidade Virtual

A RV, ou ambiente virtual, pode ser compreendida pela tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional. O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Para isso, essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudem na ampliação do sentimento de presença do usuário além da compreensão da RV como simulação da realidade através da tecnologia. Em suma, uma realidade ficcional, contudo através de relações intelectuais, para compreender-se como sendo muito próxima do universo real que se conhece, como exemplifica a Figura 205.

Figura 205: Simulações com RV na Robtec



Fonte: <http://www.robtec.com/>

3.3.2.2 A agência RDESIGN STUDIO – Fonte: Visitação, Aplicação de Questionário e Entrevista; Folder institucional impresso e Endereço eletrônico <http://www.slideshare.net/inforobtec/9-seminrio-de-tecnologias-robtec-r-design-studio>

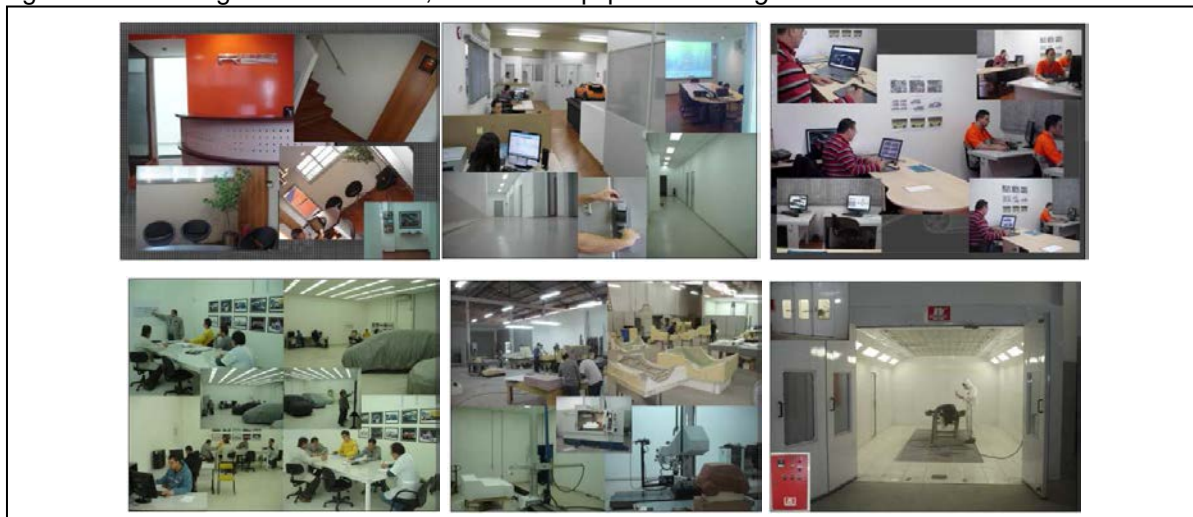
A empresa *RDesign Studio*, situada em Diadema, estado de São Paulo, foi fundada no ano de 2009, como uma evolução de experiências anteriores do diretor e designer René Gellert Paris.



A empresa especializou-se no desenvolvimento de produtos integrando engenharia e design industrial. Tem por missão o provimento de soluções de maneira integrada, completa e definitiva para todas as etapas do processo de desenvolvimento de design para novos produtos. Seu compromisso com os clientes está pautado em oferecer completa infraestrutura – ambiência com especificações para atender a níveis de qualidade e prazos de execução dos principais centros de design – além de garantir uma equipe de profissionais experientes e uma história de sucesso no segmento de criação e desenvolvimento em vários setores da indústria.

A estrutura da *RDesign Studio* é bastante enxuta, mas eficiente reproduzindo empresas de grande porte – tais como as do ramo automobilístico, náutico, da linha branca entre outras –, porém, com uma estrutura menor, ágil e prática. Esses resultados são obtidos pela adoção de métodos comprovados cientificamente como a Engenharia Simultânea produzindo redução drástica na duração de tempo do desenvolvimento de produtos. Consegue aliar com presteza e eficiência técnicas tradicionais de projeção com o uso e os recursos advindos das novas tecnologias. Adota um controle rígido de acesso restrito e limitado aos setores caracterizados por elevado sigilo e confidencialidade como forma de garantir a segurança da inovação e da originalidade aos projetos dos clientes, vide exemplos da Figura 206.

Figura 206: Visão geral da estrutura, setores e equipe da *RDesign Studio*



Fonte: Cortesia da *RDesign Studio*

Possui uma clientela ampla e diversificada, mas sua grandiosidade pode ser resumida pelos clientes de montadoras de veículos de passageiros e comerciais e de motocicletas, de fabricantes de sistemas e subsistemas de autopeças, de acessórios para a indústria náutica e aeronáutica, da linha branca, dentre outros. A empresa possui ainda uma forte integração estabelecida com rede de parceiros fornecendo suporte e serviços aos projetos em andamento.

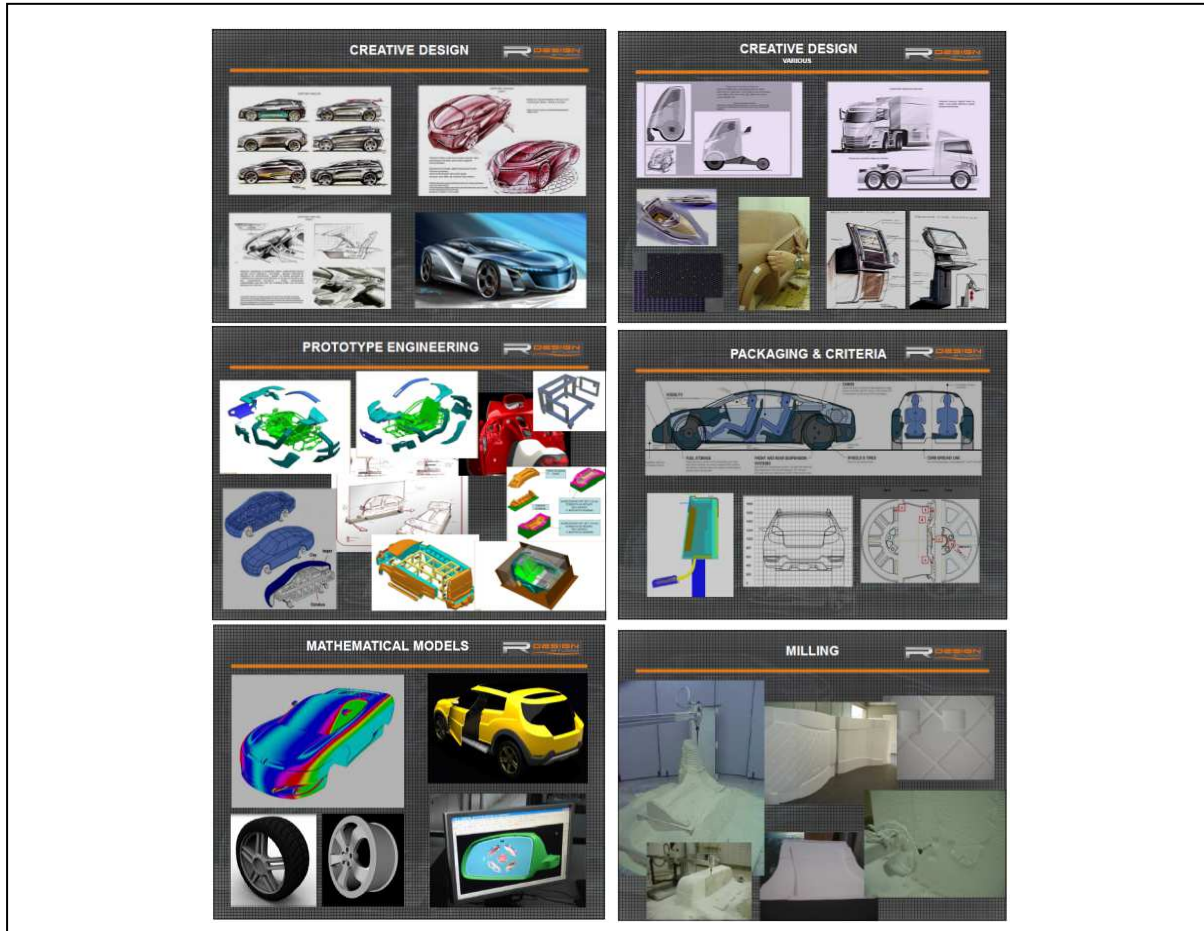
Seu vasto e consistente portfólio de serviços pode ser percebido nas linhas e áreas de atuação apresentados no Quadro 72 e nas Figuras 207, 208 e 209, respectivamente:

Quadro 72: Portfólio de Serviços da *RDesign Studio*.

Design Criativo	Propostas de temas e conceitos do produto através de sketches manuais e digitais provendo soluções de Design com ideias e formas inovadoras.
Packaging e Requisitos de Projeto	Estudos de viabilidade de construção e execução de produtos e componentes. Critérios de engenharia e de manufatura são incorporados aos modelos matemáticos considerando a intenção de Design.
Modelos Matemáticos	Construção de modelos matemáticos classes “A”, “B” e “C”.
Engenharia de Protótipos	Projeto, desenvolvimento e construção de estruturas para fabricação e montagem de veículos e componentes protótipo.
Usinagem	Usinagem de modelos de clay, espumas, resinas e metais.
Modelamento de Clay	Modelamento e refinamento manual de modelos de clay.
Digitalização 3D	Digitalização ótica 3D. Geração de nuvem de pontos 3D.
Fabricação de Protótipos	Protótipos de veículos completos em escala reduzida ou natural. Modelos tipo Dummy, See Through, Interior e Exterior, Seating Buck, Carros conceito e show cars. Fabricação de protótipos de componentes executados em vários processos e materiais como tecidos laminados, vácuo e termo formados em fibra de vidro, fibra de carbono e outros.
Modelos de Validação	Modelos de verificação e validação usinados em resina de alta densidade em escalas reduzida ou natural para avaliação e validação de modelos matemáticos complexos.
Meios de Controle	Validação dimensional de componentes.

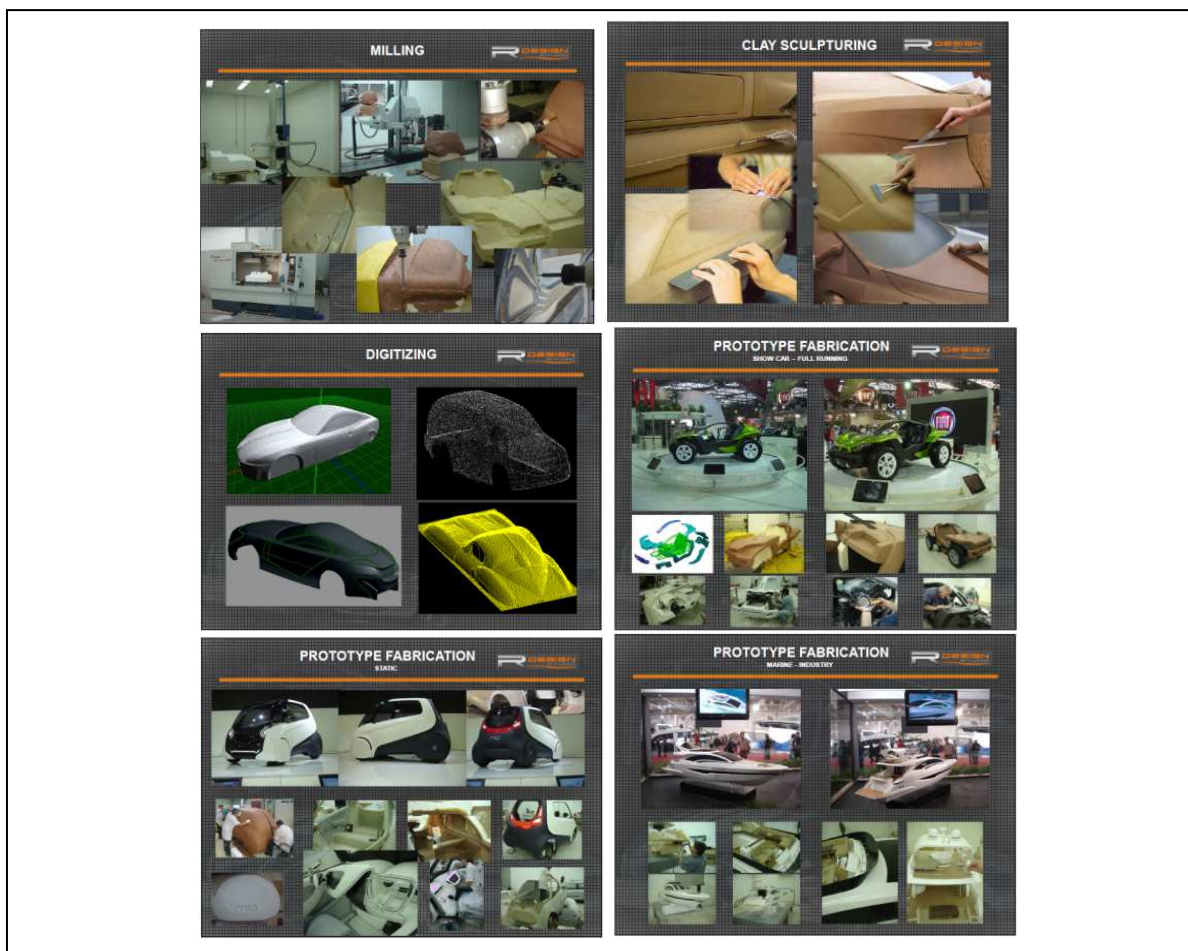
Fontes: <http://www.slideshare.net/inforobtec/9-seminrio-de-tecnologias-robtec-r-design-studio>; Folder impresso.

Figura 207: Exemplos das áreas de atuação da *RDesign Studio*.



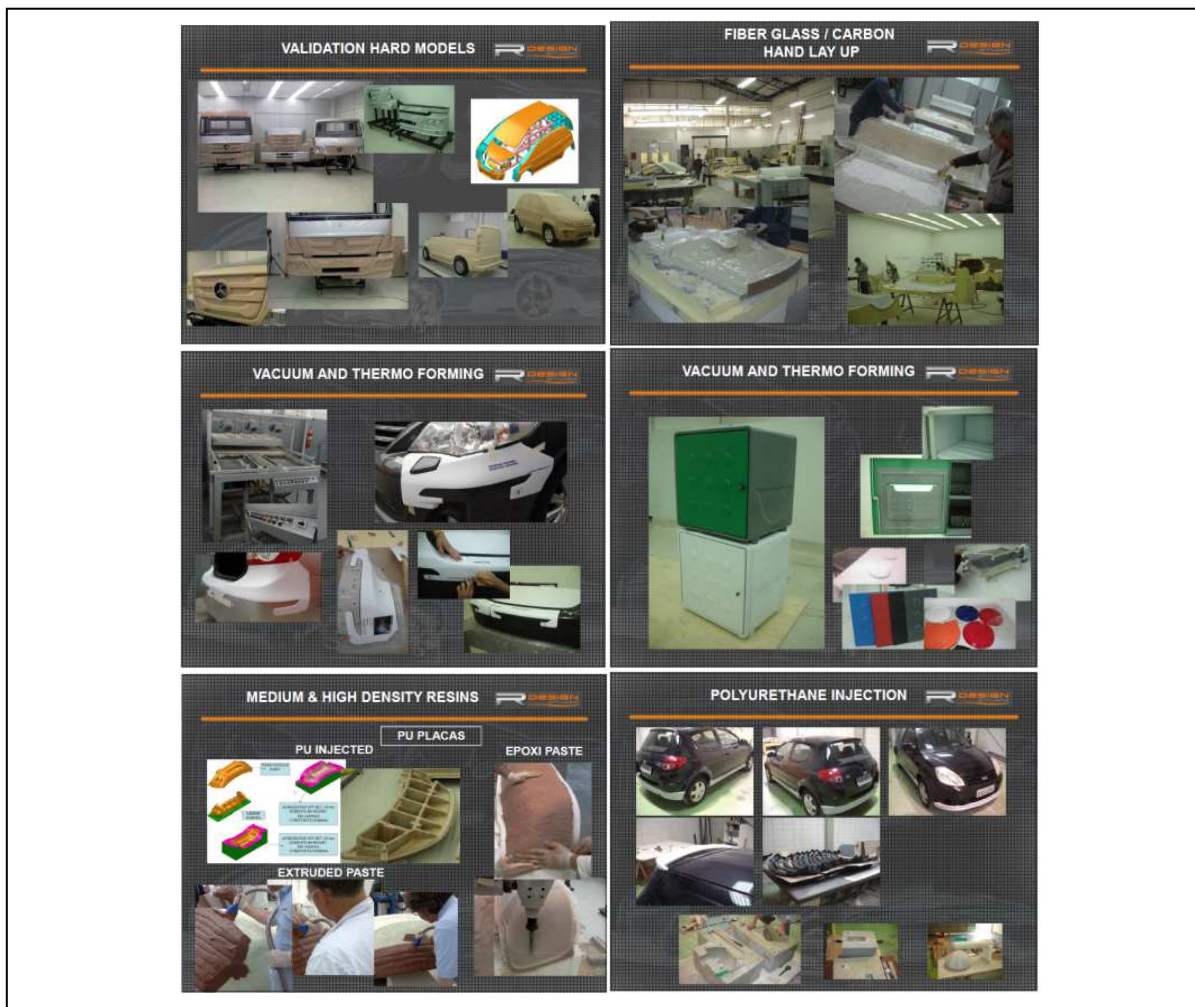
Fonte: Cortesia da *RDesign Studio*

Figura 208: Exemplos das áreas de atuação da *RDesign Studio* (Continuidade).



Fonte: Cortesia da *RDesign Studio*

Figura 209: Exemplos das áreas de atuação da *RDesign Studio* (Continuidade).



Fonte: Cortesia da *RDesign Studio*

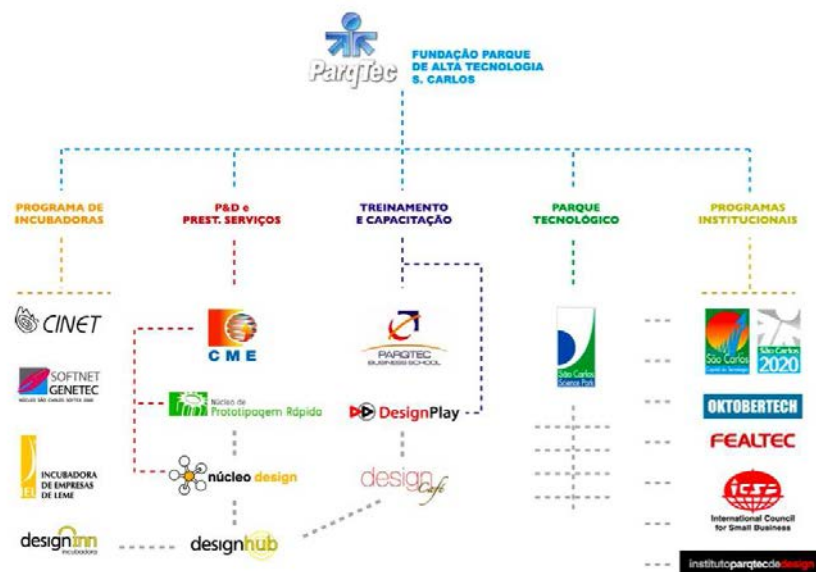
3.3.2.3 A Instituição PARQTEC SÃO CARLOS – Fonte: Visitação; Catálogos técnicos e Página oficial <http://www.parqtec.com.br/>



O pioneiro Parque Tecnológico de São Carlos (ParqTec) surge, no cenário nacional, no final do ano de 1984, como uma entidade privada sem fins lucrativos, com a finalidade de atendimento às políticas públicas voltadas à transferência de tecnologia entre a academia e os setores produtivos. Foi implantado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com vistas à promoção do desenvolvimento, da inovação tecnológica e do empreendedorismo da região de São Carlos. Desde que foi instalado o ParqTec, há cerca de três décadas, desenvolve várias ações e programas fomentando a cultura da inovação tecnológica, da pesquisa e da ciência aplicada nas regiões onde atua servindo de modelo de replicação em outros estados brasileiros.

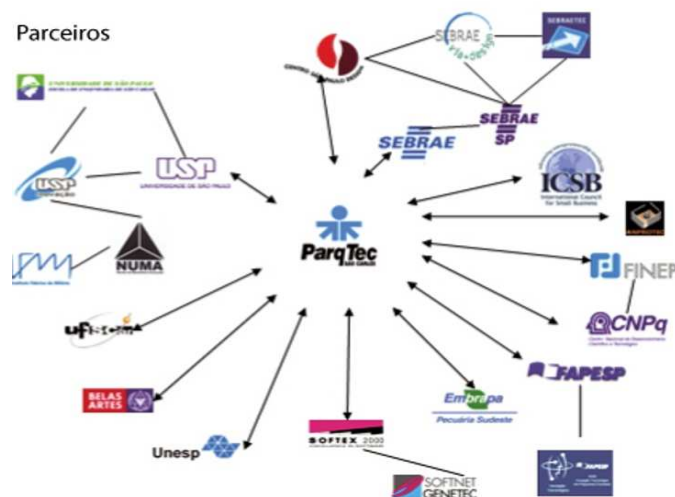
A gestão do ParqTec é realizada por intermédio dos seguintes órgãos administrativos: um *Conselho de Curadores*, uma *Diretoria Executiva* e um *Conselho Consultivo*. O Conselho de Curadores, órgão máximo deliberativo, constitui-se de membros da comunidade acadêmica e empresarial e pelos representantes das entidades da EMBRAPA, CIESP, UFSCar, PMSC, UNESP, SEBRAE-SP, USP e Secretaria do Desenvolvimento. Possui uma Diretoria Executiva formada por um Diretor Presidente, um Diretor Técnico e um Diretor Tesoureiro. O Conselho Consultivo, por sua vez, constitui-se de cinco especialistas nas áreas de transferência de tecnologias; incubadoras e parques tecnológicos, programas de apoio às empresas, gestão financeira e capital de risco, conforme as Figuras 210 e 211.

Figura 210: Organograma Institucional da Fundação ParqTec.



Fonte: Cortesia do ParqTec

Figura 211: Grupo de parceiros do ParqTec São Carlos.



Fonte: http://www.parqttec.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=91

O modelo do Parqtec de São Carlos tornou-se uma referência não somente pelas consultorias realizadas e prestação de serviços à sociedade, mas por um conjunto de iniciativas e esforço dos diversos segmentos sociais – empresas, prefeitura, municipal, universidades, centros e institutos de pesquisas, órgãos estaduais e federais – e alianças estratégicas com várias entidades gerando programas que alavancam o desenvolvimento regional como mostra o Quadro 73.

Quadro 73: Principais linhas de programas institucionais do *ParqTec*.

Programas Institucionais do ParqTec	
GENETEC - Agente Softex São Carlos	Resultado da parceria entre o ParqTec; Sociedade Softex; USP - S. Carlos; UFSCar; Embrapa e Sebrae-SP. Conta com recursos laboratoriais modernos e oferece apoio às empresas de informática e tecnologia da informação de todo interior do estado. Estão associadas ao Genetec 49 empresas de TI.
Instituto Fábrica do Milênio	O ParqTec, é membro do Instituto Fábrica do Milênio II, aprovado pelo CNPq/MCT congregando 350 pesquisadores de 25 grupos de pesquisas ligados a 17 instituições no país.
International Council for Small Business, ICSB – Brasil	Entidade mais antiga no mundo de estudo e promoção do pequeno negócio. Sua seção nacional ICSB - Brasil está instalada no ParqTec.
PROETA	O Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Novas Empresas de Base Tecnológica Agropecuária e à Transferência de Tecnologia é uma iniciativa da Embrapa com o apoio do BID para promover a transferência de tecnologia através da incubação de empresas.
ADVB - Associação dos Dirigentes de Vendas e Marketing do Brasil, São Carlos e Região	A entidade foi constituída em 1956 por dirigentes de várias empresas para promoverem a divulgação do setor de vendas e marketing através de treinamento e capacitação de RH, eventos e premiações. A seção São Carlos e Região foi constituída em 2008 congregando empresários, dirigentes de entidades e autoridades dos municípios de São Carlos, Araraquara, Rio Claro, Leme e Araras com o objetivo de promover o desenvolvimento social e econômico da região
ESAMC São Carlos	Escola reconhecida pela comunidade empresarial e pelo MEC como uma das principais no país. O ParqTec firmou parceria com a ESAMC para oferecer a partir de 2009 o Master in Business Administrator (MBA) em Gestão Empreendedora de Negócio e Gestão de Marketing.
SEBRAETEC	O ParqTec foi credenciado pelo Sebrae-SP como agente do Programa SebraeTec que tem por objetivo permitir que as micro e pequenas empresas e empreendedores possam acessar os conhecimentos existentes no país, por meio de consultorias, visando a elevação do patamar tecnológico da empresa.

Fonte: Página oficial do ParqTec

As principais atividades do ParqTec estão vinculadas a cinco grupos de ações, a saber: i) *ParqTec.Net* - Rede de Incubadoras de Empresas; ii) *ParqTec. Edu* - Escola de Negócios; iii) *ParqTec.Org* - Programas Institucionais; iv) *ParqTec. IPD* - Programa de P&D&I; v) *ParqTec.Parks* - Programa de Parques Tecnológicos. Dentre os serviços oferecidos no ParqTec pode-se destacar o *Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento* e a *Gestão e Gerenciamento do Desenvolvimento Integrado*

de Produtos, pelo Design Industrial e Engenharia do Produto e a Prototipagem Rápida, conforme o Quadro 74, todos assuntos de interesse da tese.

Quadro 74: Ações do ParqTec: Desenvolvimento Integrado de Produtos.

Algumas ações do ParqTec integradoras de Engenharia e Design Industrial	
Gestão de Desenvolvimento de Produto	<p>Os serviços de gestão do desenvolvimento de produtos focam no processo de desenvolvimento, com o objetivo de planejar e gerir este complexo processo, de forma a permitir ao cliente maior economia de recursos, diminuir erros e falhas, diminuir o time-to-market, aumentar a qualidade do resultado final com foco no mercado, entre outros benefícios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auditoria do processo de desenvolvimento de produtos da empresa; - Implantação de melhorias no processo de desenvolvimento de produtos; - Modelo de Maturidade para integração do design industrial ao processo de desenvolvimento de produtos; - Gestão Ágil de Projetos.
Design industrial e de produtos	<p>Os serviços de design industrial, focados em design de produtos, permitem aos clientes receber apoio no desenvolvimento de produtos em diversas fases do processo, de acordo com a sua necessidade, ou no desenvolvimento integral. Estes aspectos, relacionados às dimensões de interação entre os produtos e os usuários, envolvem fatores tangíveis - como conforto no uso - e intangíveis - como a forma psico-cognitiva que as pessoas atribuem valores aos produtos. Assim sendo, podem tornar os produtos mais fáceis de usar, menos suscetíveis a erros, mais práticos e com maior qualidade percebida perante os usuários do mercado desejado, aumentando a competitividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ergonomia física; - Ergonomia cognitiva; - Usabilidade; - Melhoria estética; - Melhoria da qualidade percebida e valores simbólicos; - User Centred Design; - Experience Design; - Testes e observação de Usuários; - Cenários de uso/futuros e tendências; - Otimização para manufatura e montagem (DfMA); - Otimização para desempenho ambiental (DfE / Ecodesign).
Engenharia do Produto	<p>Os serviços de engenharia permitem ao cliente receber suporte em diversas fases do desenvolvimento, de acordo com a sua necessidade, ou no desenvolvimento integral, desenvolvendo projetos otimizados e seguros, menos suscetíveis a falhas, em menor tempo e com maior precisão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projetos mecânicos (máquinas e equipamentos); - CAD (Computer Aided Design) avançado; - CAE (Computer Aided Engineering) com simulações de engenharia por elementos finitos (estática e dinâmica); - Ensaios mecânicos; - Materiais compósitos;

- Compósitos avançados para indústria naval e aeronáutica;
- Caracterização de materiais;
- Bioengenharia (materiais biocompatíveis, implantes, tratamento de superfícies em implantes, ensaios de válvulas);
- Prototipagem rápida.

Fonte: Fonte: Página oficial do ParqTec

O IPD se constitui do *Núcleo de Design Industrial*, do *Núcleo de Engenharia e Prototipagem Rápida*, do *Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos*, do *Design Inn* (Incubadora de Empresas de Design) e *Design Hub* (Rede de Pesquisa, Consultoria e Prestação de Serviços), de acordo com a Figura 212.

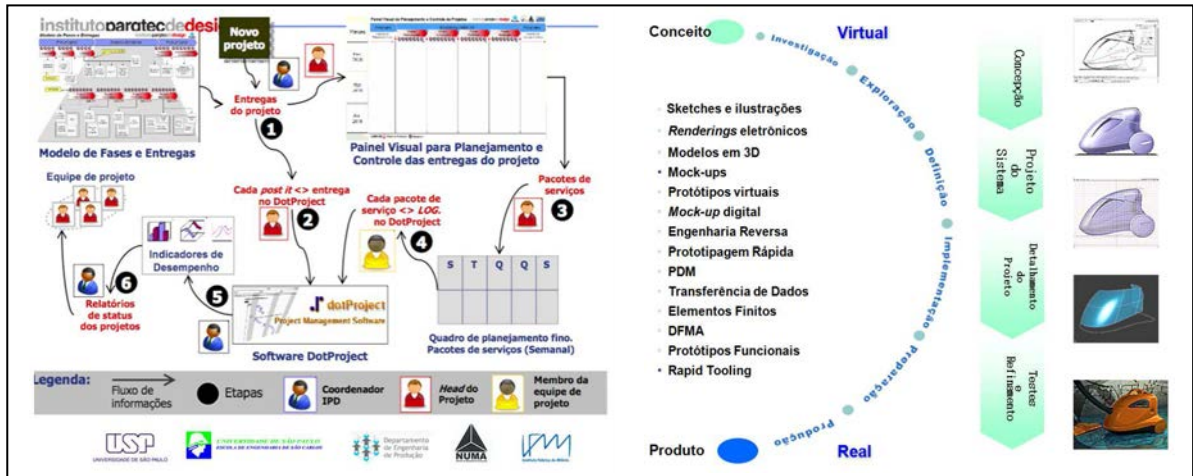
Figura 212: Exemplos de atividade envolvendo equipe multidisciplinar do IPD do ParqTec.



Fonte: Cortesia do ParqTec.

Os métodos, técnicas e ferramentas metodológicas adotadas pelas empresas incubadas do ParqTec garantem maior controle do processo de gestão, fluxos, planejamento e execução dos projetos como ilustra a Figura 213.

Figura 213: Fluxograma de processos geridos e sequência de atividades de desenvolvimento de produtos adotadas no *ParqTec*.



Fonte: Cortesia do ParqTec

A Figura 214 demonstra alguns exemplos de produtos desenvolvidos pelo *ParqTec*.

Figura 214: Portfólio do ParqTec de São Carlos.



Fonte: Página oficial do ParqTec

3.3.2.4 A empresa CAIO INDUSCAR – Fonte: *Visitação Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos Técnicos, Vídeo institucional e Página oficial <http://www.caio.com.br/>*



A empresa Caio Induscar fabrica ônibus e destaca-se na liderança da produção de carrocerias urbanas. Possui o escritório central localizado na cidade de São Paulo e o parque fabril na cidade de Botucatu, interior do estado de São Paulo. Tem cerca de quatro mil colaboradores em empregos diretos na fábrica, participando do crescimento do pólo industriário da região e do Brasil cuja capacidade de produção é de quarenta carrocerias ao dia.

A missão da Caio Induscar é desenvolver produtos de excelência em transportes, atendendo às legislações vigentes, às expectativas dos clientes e bem-estar dos colaboradores, parceiros e comunidade, agregando valor aos seus negócios. Tem por visão de negócios ser uma referência no setor de transportes com ideias e soluções inovadoras ao negócio, contribuindo com a evolução profissional dos seus colaboradores. Prima por valores como comprometimento, confiança, disciplina, excelência, orgulho e respeito. Faz parte do Grupo, que também envolve a FIBERBUS (fibras), INBRASP (plásticos de engenharia), TECGLASS (vidros), CPA (processamento de alumínio), GR3 (distribuição de alumínio) e a CEAC (centro administrativo).

Desde 1946, a empresa Caio começou suas atividades já desenvolvendo carrocerias de ônibus. Somente em 1982, a fábrica de Botucatu foi inaugurada oficialmente. No início do século XXI, em 2001, o parque fabril e o direito de uso e comércio dos produtos da marca Caio foi adquirido por um novo Grupo denominado Induscar, constituído por empresas de transporte de pessoas. O grupo atua também na comercialização de veículos comerciais, chassis para ônibus, caminhões e automóveis nacionais e importados. Em 2009, a Induscar passou a ser proprietária da marca Caio e do parque fabril onde atualmente denomina-se Caio Induscar.

Atua em todo o território nacional e está presente em países como a África do Sul, Angola, Chile, Costa Rica, Equador, Jordânia, Líbano, Nigéria, Peru, República Dominicana, Taiti, Trinidad e Tobago, entre outros.

Atualmente, a sua linha de produtos consta de veículos articulados e bi-articulados, de cargas, transporte escolar, urbano e rodoviário, de fretamento, de turismo, de micro-ônibus, vide Figuras 215 e 216, apresentando, respectivamente, o exterior, detalhes e o interior dos modelos da empresa.

Figura 215: Imagens externas dos modelos desenvolvidos na *Caio Induscar*.



Fonte: <http://www.caio.com.br/produtos/index.php?a=10&p=19&lg=P>

Figura 216: Imagens de detalhes e áreas internas dos veículos da *Caio Induscar*.



Fonte: <http://www.caio.com.br/produtos/index.php?a=10&p=19&lg=P>

A marca Caio, durante sua existência, há mais de seis décadas, sempre primou por qualidade, segurança e conforto para os usuários aliando tecnologia e conhecimento científico em prol de uma gama de produtos comprometidos com a necessidade de transporte coletivo urbano. Nesse sentido, mantém um time de profissionais qualificados de projetistas engenheiros, ergonômicos e designers industriais voltados à concepção e desenvolvimento dos produtos Caio, como mostra a Figura 217. A empresa ao reconhecer a importância do papel do *design* em seus produtos e processos tem implementado ações nesse sentido, tais como, a instalação do Setor de Design, a parceria com instituições de ensino como é o caso do Curso de Design da UNESP/Bauru ao realizar a oferta, seleção e alocação de estagiários para a empresa, investimentos em novas tecnologias (*softwares* e *hardwares*), entre outras, tem colhido e conquistado resultados os quais a

colocam como referência nacional e internacional no setor de transporte coletivo e de carrocerias de ônibus.

Figura 217: Setor de Design da *Caio Induscar*.



Fonte: Acervo da Caio/Cortesia do Setor de Design (2013)

A empresa Caio Induscar também se preocupa com a saúde física e psicológica dos seus funcionários, a quem, carinhosamente denomina de colaboradores, oferecendo-lhes programas de acompanhamento de rotina e tratamentos especializados para problemas de maior gravidade.

3.3.2.5 A empresa LATINA ELETRODOMÉSTICOS - Fonte: *Visitação Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos, Vídeo institucional e Página oficial*
<http://www.latina.com.br/>



Há mais de quinze anos, a empresa Latina, com sede principal na cidade de São Carlos – duas unidades fabris –, estado de São Paulo, desenvolve produtos do ramo de eletrodomésticos no Brasil exportando seus produtos para vários países como Portugal, Espanha, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina além de outros em fase de construção de relações comerciais. Possui outra unidade na cidade de Recife, estado de Pernambuco, onde atua abrangendo toda a região Nordeste e, portanto, mais próxima da região Norte do país, conforme a Figura 218.

Figura 218: Imagens das unidades do *Grupo Latina*.



Fonte: <http://www.latina.com.br/>

Desde o seu surgimento prima pela oferta da qualidade e da segurança em seus produtos (normas e certificações nacionais e internacionais) aliada a preços altamente competitivos com o mercado. Conta com uma equipe interna de profissionais especializados em várias áreas, mas principalmente com engenheiros e projetistas de produtos no ramo de lavadoras de roupas.

A Latina conta com a unidade de manufatura, centro administrativo, centro de distribuição, centro tecnológico, centro de pesquisa e desenvolvimento, de acordo com a Figura 218 anterior, áreas de apoio para recursos humanos e área social o que lhe garante uma ampla área industrial, laboratorial, de logística, de conforto ambiental e organização gerencial.

O Grupo Latina também sempre esteve preocupado em conhecer de forma aprofundada o perfil e as necessidades do seu público e da sua clientela: tem adotado estratégias agressivas visando à expansão dos mercados; a instalação de novas unidades fabris e de distribuição mais perto dos clientes; a ampliação de assistência técnica; bastante preocupada com a fidelidade e a representação da marca institucional além de questões ambientais como a sustentabilidade e a preservação ambiental; realiza programas de saúde ao trabalhador além de vários programas de cunho socioculturais e esportivos.

A empresa adota uma estrutura enxuta onde estabelece uma forte conexão com a proximidade de rede do parque industrial da região de São Carlos de onde é abastecida diariamente pelo recebimento de inúmeros componentes na sua linha de montagem como ilustra a Figura 219.

Figura 219: Linha de montagem da *Latina*.



Fonte: Cortesia da Latina Eletrodomésticos

A Latina embora não tenha um setor ou departamento específico interno de design (estrutura física e profissional), possui uma cultura e concepção de desenvolvimento de produtos onde incorpora princípios e aspectos inerentes e comuns ao design e à engenharia do produto. O

projeto de um novo produto nasce internamente na empresa, de acordo com novas tendências ou necessidades detectadas no mercado, onde são produzidos os moldes e o ferramental destinado aos protótipos para testes e ensaios funcionais e de desempenho. Concomitantemente, mantém uma parceria com um escritório de design na capital paulista a qual presta serviços de terceirização para a elaboração de desenhos, realização de modelagens da forma, superficiais, tridimensionais, de renderizações e estética do produto.

Atualmente, fabrica uma diversidade de eletrodomésticos atendendo a inúmeras necessidades dos consumidores, a saber: máquinas lavadoras automáticas e semi-automáticas de roupas, tanquinhos de lavar roupas, máquinas centrifugadoras, bebedouros refrigerados, renovadores de ar, purificadores de água, ventiladores de teto, como ilustra a Figura 220.

Figura 220: Exemplos de produtos desenvolvidos pela *Latina Eletrodomésticos*.



Fonte: <http://www.latina.com.br/>

Tem recebido várias certificações de produtos de excelência de órgãos competentes como o INMETRO além de reconhecimento e premiações do SESI, do Prêmio PROCEL, da Bienal Brasileira de Design, do Salão Design Casa Brasil, do IF Design Awards, do Prêmio CNI, do IDEA Brasil, do Museu da Casa Brasileira, do Design Excellence Brazil, do House & Gift entre outros.

3.3.2.6 A empresa EMBRAER – S.A. Fonte: *Visitação Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos, Vídeo institucional e Página oficial*
<http://www1.embraer.com/portugues/content/home/>



A Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. – Embraer S.A., atualmente, é considerada como uma das maiores empresas da indústria aeroespacial do mundo. Esta posição alcançada é fruto, entre outros aspectos, de uma busca constante e determinada da plena satisfação de seus clientes. Tem mais de quatro décadas de existência com larga experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-venda de aeronaves. Segundo dado estatístico já produziu cerca de cinco mil aviões, operando em oitenta e oito países, pertencente aos cinco continentes. A Embraer S.A. tem uma base global de clientes e importantes parceiros de renome mundial, o que resulta em uma significativa participação no mercado. Entre os anos de 1999 a 2001 foi considerada a maior empresa exportadora brasileira. Entre os anos de 2002 a 2004 foi tida como a segunda maior empresa exportadora do Brasil. Atualmente sua força de trabalho totaliza mais de dezesseis mil empregados, 94,7% baseados no Brasil.

Sua missão está associada à definição e realização de investimentos sociais visando a inclusão social por meio da educação de qualidade, preferencialmente, nas regiões onde a empresa encontra-se inserida.

Sua visão do negócio está pautada na geração de valor para os acionistas, através da plena satisfação dos clientes do mercado aeronáutico global, traduzida na maximização do valor da empresa, na garantia de sua perpetuação, com integridade de comportamento e consciência socioambiental. Os valores da Embraer S.A. traduzem-se na objetividade, no profissionalismo, no trabalho em equipe, na transparência, em fazer a diferença, na identidade, na qualidade e no respeito

A Embraer S.A. atua e se concentra em três áreas de negócio e mercados: i) Aviação Comercial; ii) Aviação Executiva; e, iii) Mercado de Defesa. Desenvolve vários modelos certificados em suas respectivas áreas de atuação aliando fatores como custo, qualidade, desempenho, segurança, tecnologia, conforto, versatilidade, manutenção, espaço para carga e bagagem, entre outros.

Foi fundada em 1969, pelo Decreto-Lei nº 770, como empresa de capital misto. Em 1994, foi privatizada cujo controle encontra-se em mãos brasileiras. Em 2006, passou por uma reestruturação societária a qual consiste na simplificação da estrutura do capital social e das ações da Empresa proporcionando um aumento da liquidez aos acionistas, que são beneficiados com o maior potencial de valorização de suas ações e aprimoramento dos padrões de governança corporativa. O espírito empreendedor produziu resultados que vão desde as melhorias significativas na eficiência da empresa, à qualidade dos produtos e serviços, bem como na sua lucratividade.

Desde o ano de 2006 implantou um projeto sobre a sua história intitulado *Projeto Centro Histórico Embraer* com o objetivo de tratar da promoção da gestão da memória da empresa. A inauguração do Centro Histórico foi em 2007 e localiza-se em São José dos Campos. O resgate, a preservação e a disponibilização detalhada em documentos e informações sobre a história e a memória da Embraer, há mais de quatro décadas que, por sua singularidade e importância, despertam a curiosidade e o interesse para consultas e investigações quer seja de curiosos a estudiosos e pesquisadores do país ou estrangeiros. Acredita-se, assim, que o Centro Histórico cumpre um papel sociocultural, e técnico-científico acerca da trajetória institucional da Embraer e a

evolução de seus produtos, desde as origens da empresa à atualidade, como demonstra a Figura 221.

Figura 221: Centro Histórico da *Embraer S.A.*



Fonte: <http://www.centrohistoricoembraer.com.br/pt-BR/centroHistorico/Paginas/default.aspx>

A Embraer S.A. mantém investimentos significativos no desenvolvimento do seu Sistema Integrado de Gestão do Meio Ambiente, Saúde e Segurança no Trabalho e Qualidade (*SIG-MASSQ*). Tem certificação internacional da *ABS Quality Evaluations* comprovando e assegurando que a empresa atende plenamente aos requisitos de seus clientes e da sociedade.

Desde o ano de 1996, a Embraer S.A. vem conquistando e colecionando certificações como a norma *ISO 9001*, a norma *AS-9100* – equivalente à *ISO 9001*, porém contendo requisitos adicionais específicos da indústria aeroespacial – e as normas *ISO 14001* e *OHSAS 18001*, sendo a primeira indústria aeronáutica a adquiri-las.

A Embraer S.A. investiu bastante em alta tecnologia como a implantação do Centro de Realidade Virtual, de uma cabine semi-automatizada de pintura, de um forno autoclave, de um simulador de voo, e um túnel aerodinâmico além de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em cooperação com instituições acadêmicas e de pesquisa, vide Figura 222.

Figura 222: Centro de RV, Simulador de Voo, Forno Autoclave e Túnel Aerodinâmico.



Fonte: <http://www1.embraer.com/portugues/content/home/>

Os projetos das aeronaves, por parte da Embraer, seguem a estratégia metodológica e ferramental DIP (Desenvolvimento Integrado de Produto) onde canaliza todas as áreas, esforços, competências, pesquisas, conceitos, tecnologias e os profissionais com suas expertises em favorecimento de objetivos comuns como aqueles contidos em cada conjunto de requisitos das aeronaves e do objetivo único de manter a imagem da empresa diante do mercado nacional e mundial.

Com uma política focada na qualidade a Embraer S.A. busca prover total satisfação do cliente através de produtos e serviços que atendam e mesmo superem as suas necessidades e expectativas. Estes produtos e serviços são de utilidade e importância para o cliente e atendem aos mais atualizados padrões de qualidade e integridade. Como suporte a esta política de qualidade estão associadas às seguintes diretrizes gerais, conforme o Quadro 75:

Quadro 75: Diretrizes norteadoras da política de qualidade da *Embraer*.

Diretrizes da Embraer	Projetar, produzir e suportar produtos com qualidade intrínseca e segurança adequada;
	Focar as atividades em ações preventivas;
	Garantir que todos os empregados conheçam, entendam e obedeçam aos requisitos da Qualidade em seu trabalho, de uma maneira responsável;
	Garantir as melhores práticas ambientais, de Segurança e Saúde no Trabalho;
	Eliminar os desperdícios e tudo que não agrega valor;
	Garantir melhoria contínua de todos os processos do negócio pelo envolvimento de pessoas e times em todos os níveis com foco na satisfação do Cliente;
	Focalizar o ser humano como ente fundamental de todo o processo de evolução da Empresa.

Fonte: Adaptação de <http://www1.embraer.com/portugues/content/home/>

A estrutura física da empresa está distribuída em unidades alocadas em municípios diferentes do estado de São Paulo, de acordo com o Quadro 76, além de contar com várias unidades operacionais em diversas partes do mundo.

Quadro 76: Descrição das unidades da empresa *Embraer*.

Unidade	Descrição
São José dos Campos	A unidade controladora está sediada no Brasil a 90 Km da capital paulista. Projeta, fabrica e dá suporte a aeronaves para os mercados de aviação comercial, executiva e de defesa. Com 296.191 metros quadrados de área construída, emprega atualmente mais de 10.707 empregados.
Eugênio de Melo	Abriga as atividades de desenvolvimento e fabricação de ferramental, fabricação de tubos, solda e serralheria, além de grandes cablagens (montagem de chicotes elétricos). Localizada no estado de São Paulo, entrou em operação em janeiro de 2001 e possui uma equipe de mais de 1.248 empregados.
Gavião Peixoto	Operando desde outubro de 2001, onde abriga as atividades de montagem final de aeronaves destinadas aos mercados executivos e de defesa. Também conta com uma pista para ensaios em voo. Localiza-se no estado de São Paulo, e possui uma equipe de mais de 1.796

	empregados.
Botucatu	Fundada em 1954, a Indústria Aeronáutica Neiva passou a ser subsidiária integral da Embraer a partir de 1980. Em 2006, tornou-se Unidade Embraer instalada no estado de São Paulo, tem quase 90.000 metros quadrados de área construída e uma equipe de mais de 1.800 empregados. É responsável pela realização das seguintes atividades: produção do avião Ipanema, fabricação de peças e estruturas para jatos das famílias ERJ 145, EMBRAER 170/190, Phenom, montagem da fuselagem e subconjuntos do Super Tucano, fabricação de peças de reposição para aviões da Embraer com produção descontinuada, ferramentais e GSE's. Com a Neiva permanecem as atividades de comercialização dos aviões Ipanema, venda de peças de reposição e apoio pós-venda da aviação agrícola.

Fonte: Adaptação de <http://www1.embraer.com/portugues/content/home/>

A Embraer S.A. possui uma empresa do grupo a ELEB Equipamentos Ltda., cuja história remonta ao ano de 1984, quando iniciou suas atividades de engenharia e manufatura. Tem como foco de atuação o mercado aeroespacial, nos segmentos de aviação regional, executiva, comercial e de defesa. Utiliza inovação e tecnologia de ponta para desenvolver, produzir e fornecer suporte pós-venda para seus principais produtos: sistemas de trem de pouso, equipamentos hidráulicos e eletromecânicos, tais como atuadores, válvulas, acumuladores e pilones. Atualmente, possui mais de seiscentos funcionários qualificados e capacitados para suas respectivas áreas de atuação. O histórico de suas certificações a revela como uma empresa de classe mundial: AS 9100A/NBR 15100:2002, ISO 9001:2000, ISO 14001, RBHA 21 (semelhante a FAR/EASA 21), RBHA 145 (semelhante a FAR/EASA 145), além de normas específicas de clientes e Forças Armadas do Brasil. A ELEB conta com um time de desenvolvimento de produto integrado, utilizando-se de sistemas do tipo CATIA & CAD-CAM/FEA, de última geração, para análise e simulação. Possui também completas instalações de laboratórios de ensaio e áreas para teste.

A empresa mantém ainda o Instituto Embraer onde desenvolve várias ações e iniciativas dentro das áreas de educação e de gestão. São ofertados projetos educacionais a alunos da rede pública e projetos de melhoria do processo de gestão, voltados para organizações da sociedade civil/ONGS e escolas da rede pública. Além destes, foram feitos investimentos em qualificação de pessoas com necessidades especiais (parceria com a Prefeitura de São José dos Campos), preparação para o vestibular para alunos de baixa renda (Gavião Peixoto e Nova Europa, parceria com a UNESP) e empreendedorismo (parceria com a ONG Junior Achievement, desde o ano de 2002). As ações do Instituto Embraer são embasadas em princípios da empresa como qualidade, inovação e custo.

**3.3.2.7 A empresa GNATUS EQUIPAMENTOS MÉDICO-ODONTOLÓGICOS – Fonte: Visitaçã
Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos, Vídeo institucional e
Página oficial <http://www.gnatus.com.br>**



Há quase quatro décadas, em 1976, surgia em Ribeirão Preto, interior de São Paulo, a empresa Gnatus – do grego, mandíbula. Inicialmente, desenvolvia articuladores. Ainda na década de 1970 começou a fabricar aparelhos odontológicos. A década seguinte marcou a fabricação da primeira unidade de água e do primeiro modelo de cadeira, seguido do primeiro consultório. No início da década de 1990, para atender às demandas de produção dos vários produtos inaugurou a expansão com moderno parque fabril, vide a Figura 223.

Figura 223: Vista aérea da empresa *Gnatus* em Ribeirão Preto, SP.



Fonte: <http://www.gnatus.com.br>

A empresa se tornou, desde cedo, uma referência no mercado odontológico onde sempre primou por alta qualidade e tecnologia e por isso investe em Pesquisa e Desenvolvimento de produtos inovando em tecnologia a cada ano. A Gnatus é reconhecida nacional e internacionalmente onde acredita que o sucesso esteja atrelado a fatores como boa administração, transparência e comprometimento.

O resultado da Gnatus se mostra em dados como a única empresa nacional no ramo odontológico a receber mais certificados. Um dos pilares é a qualidade dos serviços, dos produtos e dos processos voltados para atendimento das necessidades e exigências dos clientes e amparados na legislação nacional e mundial. Dentre as certificações recebidas pode-se enumerar:

- Certificado CE - A Gnatus possui produtos com certificação de Conformidade Europeia utilizando nestes a marca CE;
- Certificado de Boas Práticas de Fabricação emitido pela ANVISA conforme os requisitos da RDC 59/00;
- Certificado EN ISO 9001-2008 e EN ISO 13485-2003;
- Certificado INMETRO Consultórios;
- Certificado INMETRO Jet Sonic-Ultrasonic;
- Certificado INMETRO Raios-X;
- Certificado IRAM Bomba a Vácuo - Certificado de seguridade elétrica;
- Certificado IRAM Consultórios;
- Política da Qualidade Gnatus.

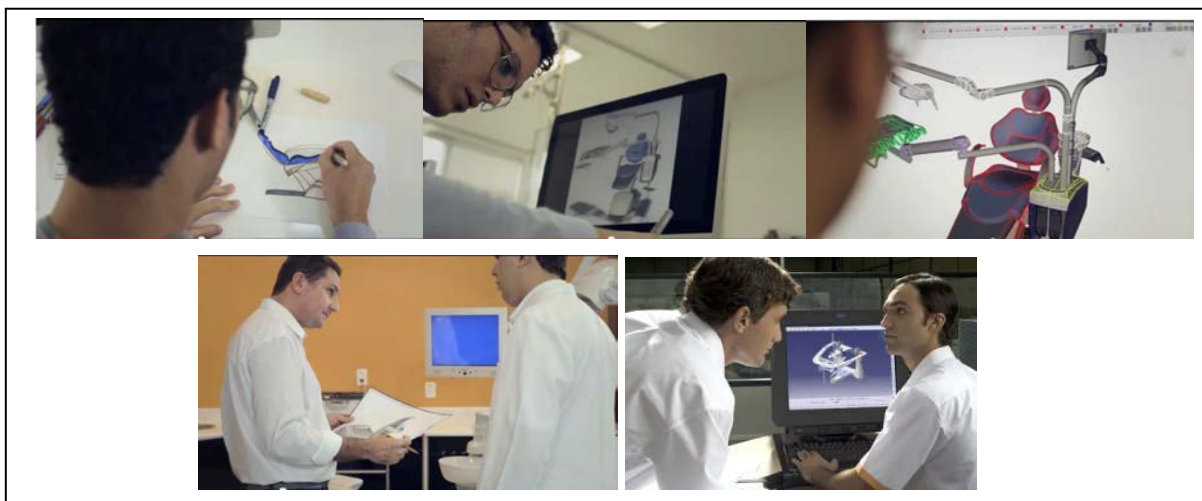
A empresa exporta seus produtos para cerca de cento e trinta e cinco países atingindo todos os continentes. Possui uma estrutura física, organizacional e de logística preparada para a produção em larga escala e distribuição com segurança e agilidade.

A Gnatus consolidou sua reputação no exercício constante da sua visão de mercado, da missão da empresa e dos valores estratégicos. a) A visão: “Ser uma empresa mundialmente respeitada na área da saúde”; b) A missão: “Encantar clientes com produtos e serviços, criando valores direcionados ao desenvolvimento de talentos e de parcerias que assegurem o crescimento e a maturidade do negócio”; e c) Os valores: “Compromisso, Empreendedorismo, Criatividade e Desenvolvimento de Talentos”.

Com o objetivo de garantir novos produtos, conceitos e tecnologias para a empresa e, por conseguinte, a continuidade da sua existência investe em equipe de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) aliado ao estabelecimento de parcerias com clínicas especializadas, associações de classe, universidades e institutos de pesquisas tecnológicas – a Universidade de São Paulo (o Instituto de Física de São Carlos, a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia da Escola Politécnica); o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE); e empresas líderes em alguns segmentos como a GE, a Bosch, a 3M e a IBM.

Durante o desenvolvimento de produtos utilizam-se pesquisas de mercado além de novas tecnologias como as ferramentas *Catia* e *Alias Studio Design* para a geração de soluções em 3D com rapidez, qualidade, precisão e confiabilidade. Possui um Departamento de Inovação contendo cerca de sessenta profissionais – engenheiros mecânicos e eletrônicos, entre outros, um designer de produto e técnicos – constituindo uma equipe integrada e sintonizada com as diretrizes da empresa, como mostra a Figura 224. Preocupa-se, constantemente, em modernizar seus processos de fabricação resultantes das parcerias estabelecidas ou por intermédio de pesquisas internas.

Figura 224: Equipe de P&D e de Desenvolvimento de Produtos da *Gnatus*.



Fontes: <http://www.gnatus.com.br>; http://www.youtube.com/watch?v=b_CIBZ7tLdw

Os produtos da Gnatus passam por rigorosos testes, ensaios e avaliações onde, a cada ano, são desenvolvidos novos produtos, aliando funcionalidade, resistência, design e inovações tecnológicas além de oferecer a melhor relação custo-benefício no setor, conforme ilustra a Figura 225.

Figura 225: Atividades de prototipagem, testes, fabricação e linha de montagem do produto.



Fonte: Cortesia da Gnatus

Dentre os produtos da Gnatus podem-se citar os seguintes equipamentos: monitores, articuladores, kits laser de mão, misturadores alginato, micromotores de mão intra, micromotores elétricos, raios-x, peças retas de mão intra, negatoscópios, kit suportes para monitores, armários podológicos, seladoras, destiladores de água, amalgamadores, mochos, compressores de ar, alta rotação, autoclaves, lavadoras ultrassônicas, jatos de bicarbonato, câmeras, ultrassom odontológico, bombas a vácuo seco, fotopolimerizadores e clareadores, refletores e contra ângulos intra de mão, de acordo com exemplos da Figura 226.

Figura 226: Exemplos de produtos da Gnatus.



Fonte: Cortesia Gnatus

Preocupam-se, constantemente, com o atendimento pós-venda como forma de estreitar a assistência técnica e manter a relação cliente-empresa, medindo a satisfação dos mesmos. Para isso, realiza e oferece treinamentos e capacitações no atendimento pós-vendas.

Outra característica da Gnatus é adotar um modelo de gestão participativa e de valorização do talento humano entre os profissionais da empresa estabelecendo um canal de comunicação e de participação com os setores internos entre si e seu público externo, vide a Figura 227.

Figura 227: Talento humano da *Gnatus*.



Fonte: <http://www.gnatus.com.br>

No campo da responsabilidade social, a Gnatus desenvolve várias estratégias quanto à questão ambiental – tratamento de resíduos e tecnologias de menor impacto ambiental – além de várias ações com entidades assistenciais à população.

A empresa visualiza o futuro como fruto de um trabalho, de seriedade e de convicção naquilo que vem desenvolvendo e realizando desde sua fundação.

3.3.2.8 A empresa SPARK DESIGN AND INNOVATION – Fonte: *Visitação Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos, Vídeo institucional e Página oficial*

<http://www.sparkdesign.com.br/>



A empresa *Spark design & innovation* localiza-se na cidade de Roterdã, Holanda, cuja diretoria consiste de *Robert Barnhoorn* (Msc.) e *Maarten Wilming* (Msc.). Possui mais de vinte anos de experiência com desenvolvimento de produtos onde alia elementos como design, inovação, criatividade, tecnologia, qualidade, funcionalidade, usabilidade, sustentabilidade, custo, atendimento e adequação das necessidades e do tempo para cada cliente.

As Figuras 228 e 229 ilustram, respectivamente, a sede em Roterdã e a nova agência instalada em Recife, capital pernambucana.

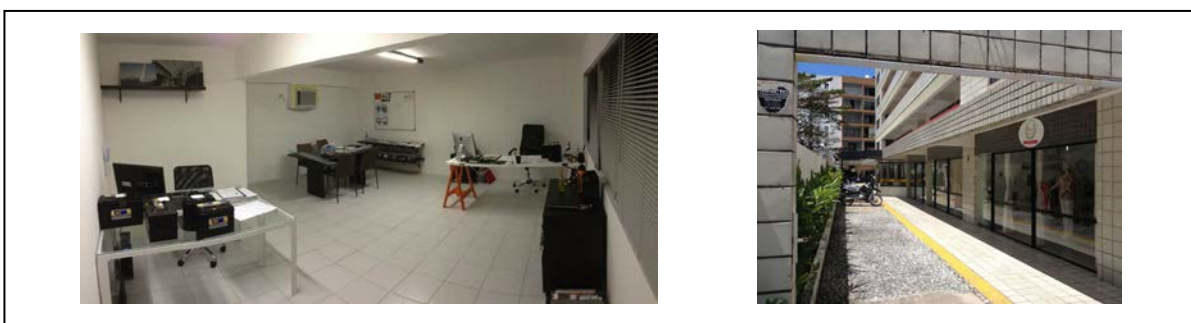
Figura 228: Fachada e interior da sede da *Spark design & innovation* (Roterdã, Holanda).



Fonte: <http://www.sparkdesign.com.br>

Em 2012, abriu uma filial na capital pernambucana, cidade de Recife, dirigida pelo *designer Hugo Honijk*, deslocando para o Brasil a metodologia de desenvolvimento de produtos da *Spark* a qual prima pela integração de *design* e engenharia, uma característica herdada da escola holandesa de design industrial e *design*, desde as primeiras décadas do século XX.

Figuras 229: Fachada e interior da filial da *Spark design & innovation* (Recife, Brasil).



Fonte: Cortesia da *Spark design & innovation* (Recife, Brasil)

Possui uma equipe de vinte e cinco funcionários, vide a Figura 230, composta de especialistas estratégicos, facilitadores de *brainstorms*, designers conceituais, desenhistas com sentimento de forma, por engenheiros com conhecimento de sistemas complexos e construtores de maquetes e protótipos. Para tal, acredita na fórmula baseada na valorização das características e atributos individuais de profissionais das áreas inter e multidisciplinares como o design e as engenharias.

Figura 230: Equipe da *Spark design & innovation*



Fonte: <http://www.sparkdesign.com.br>

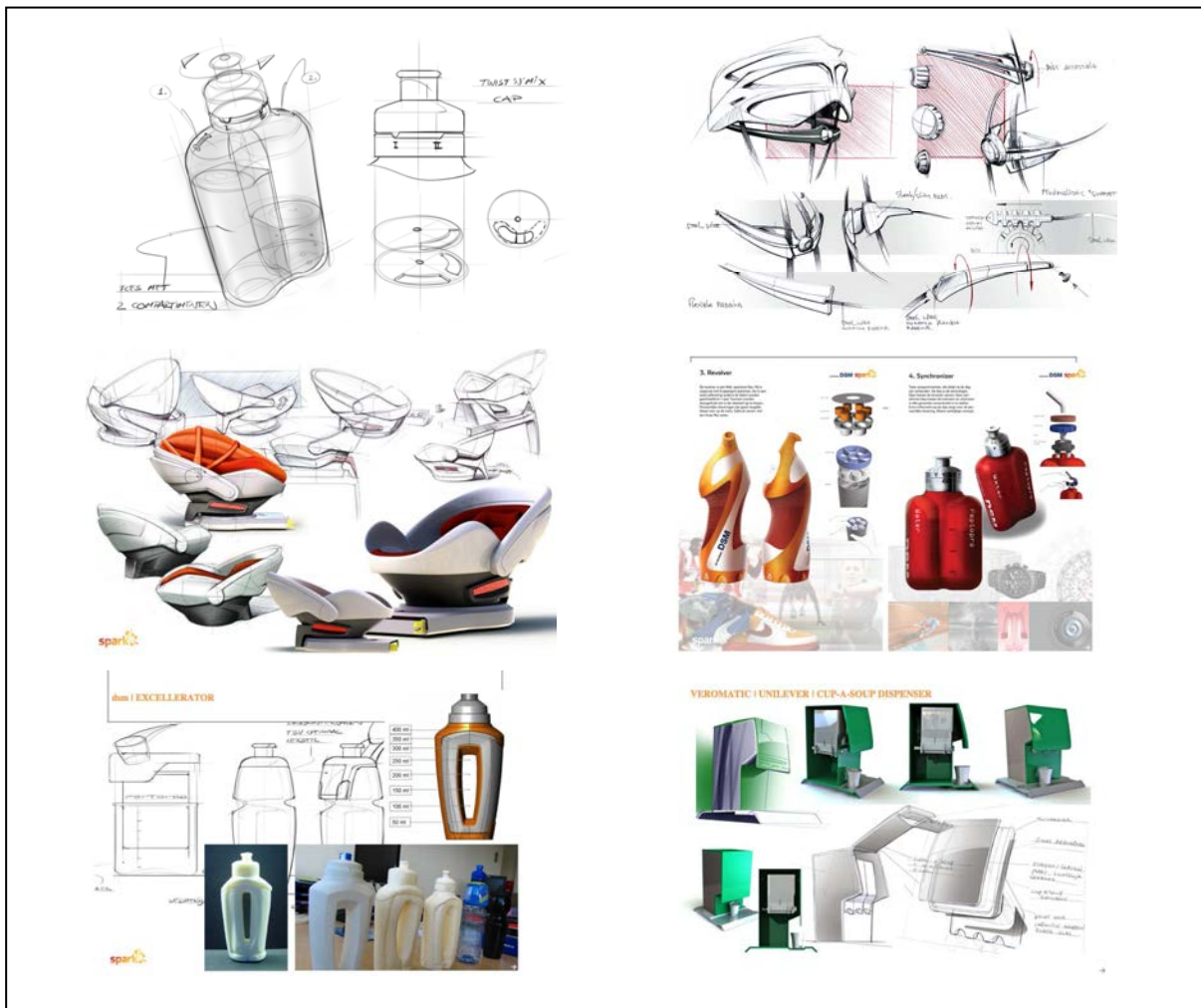
Para a *Spark* o desenvolvimento de produtos é *sempre um processo, mas sempre diferente*. Como prática constante, a empresa adota técnicas de desenho, computação, prototipagem, testes físicos com usuários durante o processo além de ter a propriedade intelectual como fonte de consulta e de pesquisa para guiar o processo de inovação. Costuma valorizar a imagem corporativa da marca dos clientes através dos conceitos produzidos do produto, conforme as Figuras 231 e 232.

Figura 231: Atividades dos profissionais da *Spark design & innovation*.



Fonte: <http://www.sparkdesign.com.br>

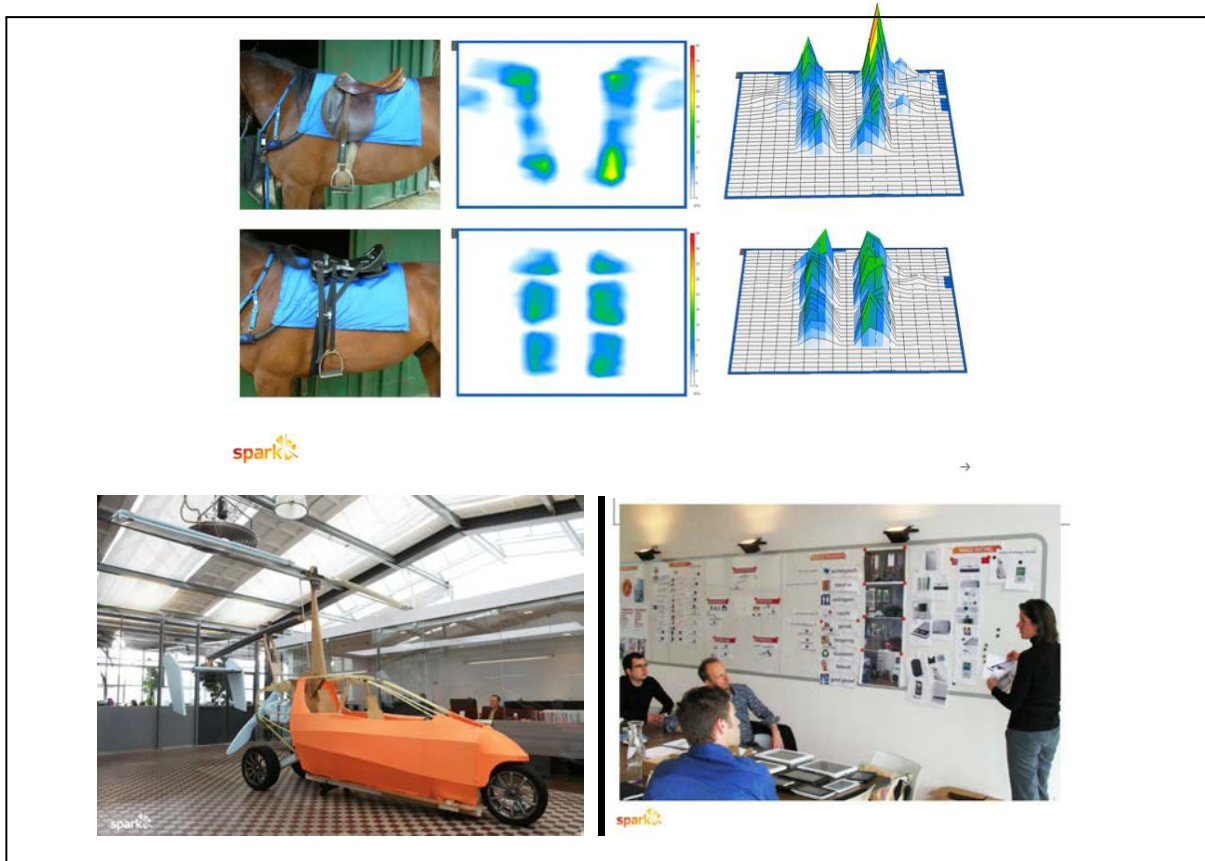
Figura 232: Geração de conceitos pelos projetistas da *Spark design & innovation*.



Fonte: Cortesia da *Spark design & innovation* (Recife, Brasil)

Durante o processo de desenvolvimento de produtos utiliza-se também de várias estratégias e ferramentas *3D CAD*, *FEA*, *Value Engineering*, *DFA*, *Análise de Tolerância*, *Approval Review*, *FMEA*. A *Spark* tem o conhecimento e as ferramentas, como se pode constatar na Figura 233. Mantém uma rede colaborativa de fornecedores nacionais e internacionais compartilhando informações e conhecimentos com elevada confidencialidade contida por empresas de produção, de marketing, consultores, fornecedores, universidades e investidores.

Figura 233: Mocapes, Análises Computacionais e Grupos de Trabalho da *Spark design & innovation*.

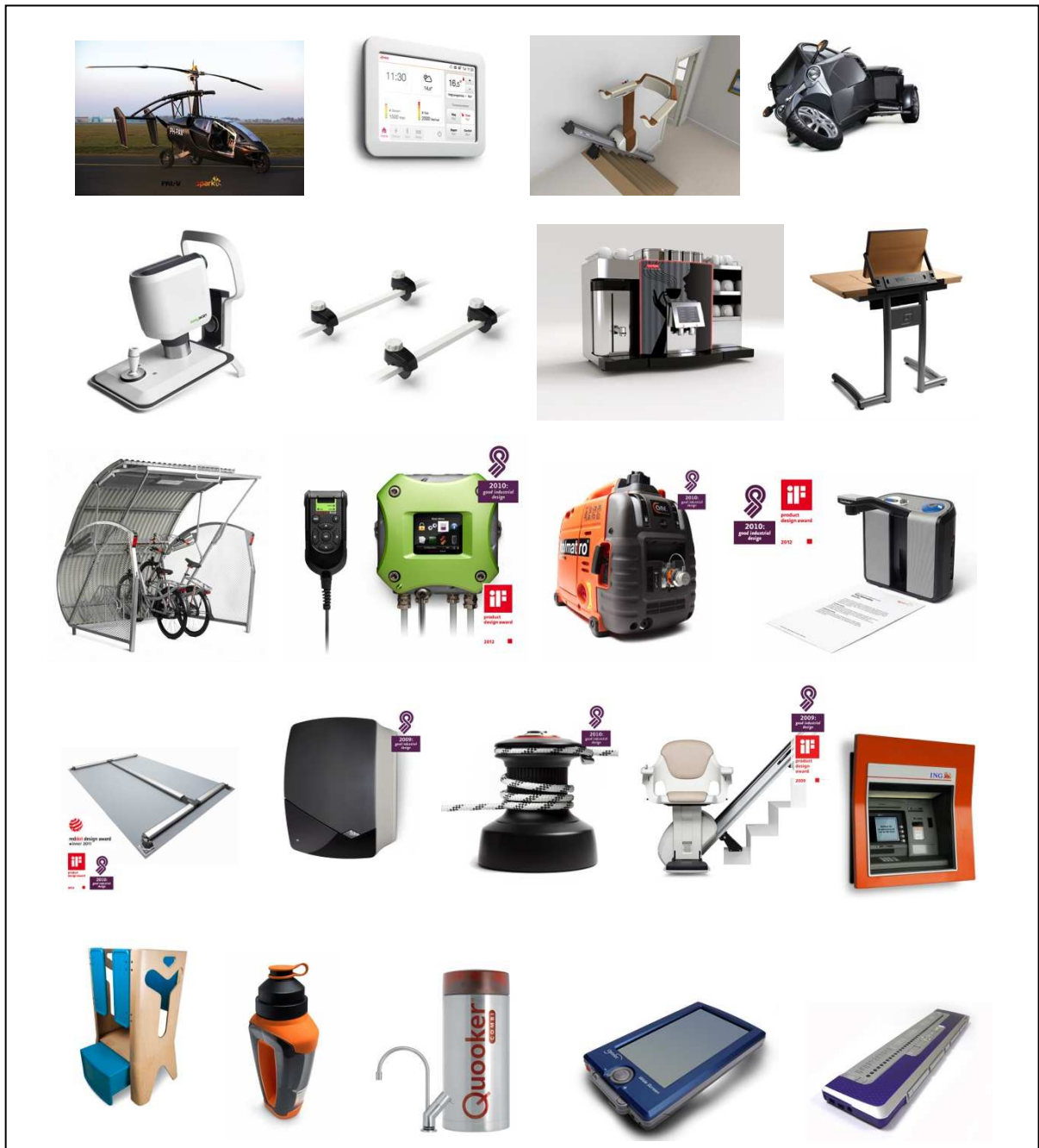


Fonte: Cortesia da *Spark design & innovation* (Recife, Brasil)

Durante todos esses anos de existência a *Spark design & innovation* recebeu várias menções honrosas e premiações envolvendo os produtos concebidos tais como o *IF Product Design Award*.

A Figura 234 demonstra o portfólio contendo alguns produtos desenvolvidos pela *Spark design & innovation*.

Figura 234: Portfólio da Spark design & innovation.



Fonte: <http://www.sparkdesign.com.br>

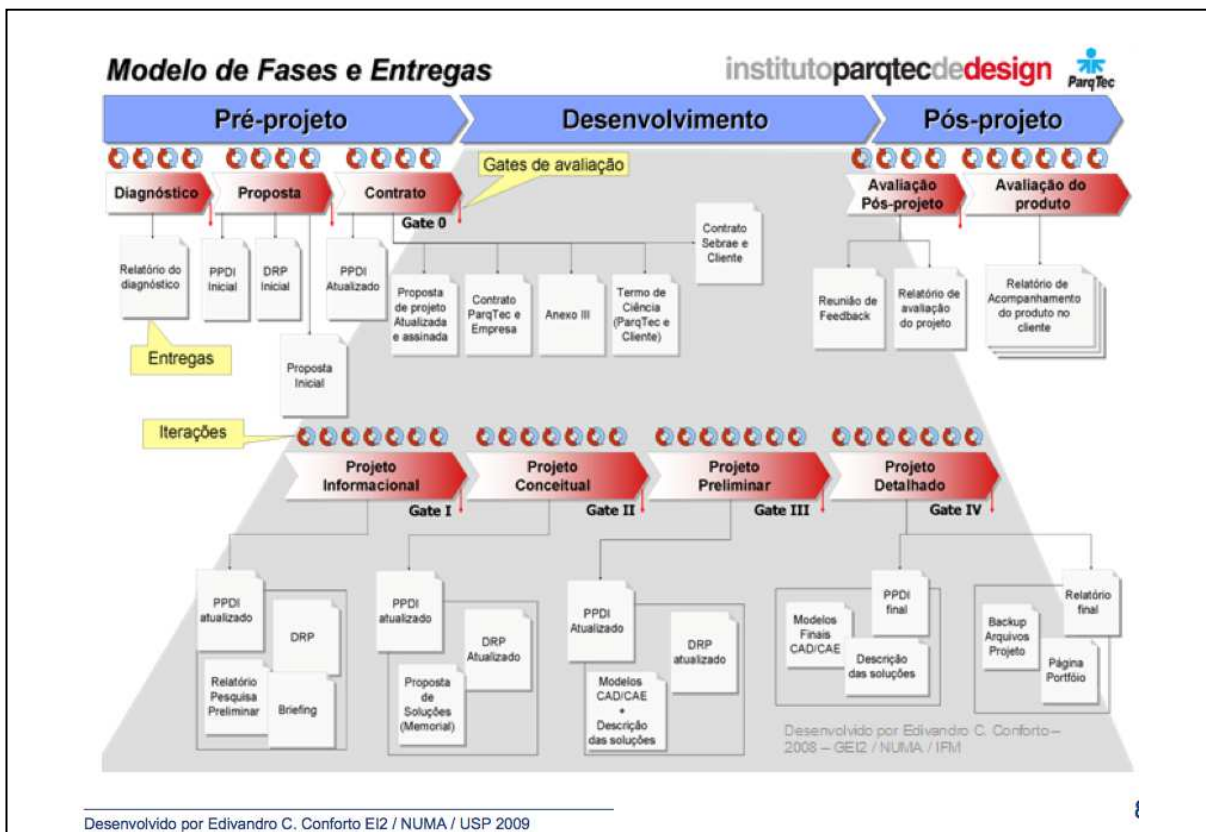
3.3.2.9 A empresa Df[X] PROJETOS – Fonte: Visitação Técnica, Aplicação de Questionário e Entrevista, Catálogos técnicos e Página oficial <http://www.dfxprojetos.com>



A empresa Df[X] Projetos encontra-se localizada na cidade de São Carlos, interior de São Paulo, conhecida popularmente como a *Capital da Tecnologia*. Foi formada por integrantes do *Instituto Parqtec de Design (IPD)*, o qual há mais de uma década desenvolve um trabalho de promoção e de atuação do design industrial em empresas em todo o estado de São Paulo. A empresa adota uma estratégia diferenciada de outras do ramo capitaneando clientela em universidades e centros de pesquisas a partir do desenvolvimento de projeto de produtos na área de equipamentos para a nanotecnologia, medicina, genética e robótica. Desse modo, a Df[X] tem adquirido *know-how* para concretizar projetos nos mais diferentes setores.

A metodologia de trabalho da empresa faz parte do resultado de um estudo feito, durante o ano 2009, quando um grupo da Engenharia de Produção da USP, Campus de São Carlos, conduziu uma pesquisa junto à equipe de Design do Parqtec para desenvolver e implantar um novo PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) mais adequado a realidade das empresas brasileiras. Este trabalho ganhou diversos prêmios internacionais, várias publicações e o livro *Gerenciamento Ágil de Projetos*²⁶. Atualmente, esta mesma metodologia é usada por diversas outras empresas de tecnologia e, pode ser resumida, com a Figura 235.

Figura 235: Metodologia de trabalho da Df[x] Projetos.



Fonte: Cortesia da Df[x] Projetos

²⁶ AMARAL, D.C. et al. Gerenciamento ágil de projeto: aplicação em produtos inovadores. São Paulo: Saraiva, 2011.

A Df[X] possui uma equipe e uma estrutura enxuta comum às micro e pequenas empresas incubadas no Parqtec, mas também comum em outras incubadoras de empresas do país, no entanto, bastante eficiente, ágil e proativa.

A empresa é especializada no desenvolvimento de equipamentos com alto grau de inovação e tecnologia, possuindo ótimas soluções para equipamentos seja qual for o estágio de desenvolvimento. Dentre as principais áreas de atuação da empresa pode-se destacar o Quadro 77:

Quadro 77: Áreas de atuação da empresa *Df[X] Projetos*.

Design de Produto e interface	Aplicação de abordagem ampla do design industrial, buscado otimizar os resultados desde a idealização até a produção. Cuidado especial com interface, usabilidade, ergonomia, montabilidade, estética e estudo do processo produtivo.
Equipamento Médico e laboratorial	A empresa já desenvolveu dezenas de equipamentos médico/hospitalar e laboratorial, conhecendo os desafios da área e projetando para atender as normas e testes e assim diminuir o tempo entre o desenvolvimento e o mercado.
Prototipagem Rápida	O processo de prototipagem rápida permite criar peças com características físicas similares ao produto final sem a necessidade de moldes e outros investimentos custosos. Com o protótipo físico em mãos pode-se validar a montagem, ergonomia e estética, realizar testes mecânicos, testes de mercado e impressionar investidores.
Pequenos Lotes	Desenvolve alternativa para a produção de pequenos lotes e lotes piloto nos mais diversos materiais e processos, com fornecedores no Brasil e no exterior com preços competitivos.
Projetos de pesquisa PIPE, FINEP	Empresas com projetos de pesquisa frequentemente tem dificuldades no momento de concretizar o produto. A empresa desenvolve um serviço de consultoria, fruto de experiências, orientando as empresas para conseguirem os melhores resultados destas fontes de fomento.
Outros serviços	A Df[x] pode modelar o projeto para solucionar problemas específicos, contribuindo com as empresas de diversas outras maneiras: Modelagem CAD, Embalagem, Renderização de Conceitos e Logotipo e Identidade Corporativa.

Fonte: <http://www.dfxprojetos.com/>

Durante sua existência tem desenvolvido produtos em diversos setores e áreas (cadeira de rodas, topógrafo de retina, mesa para futebol de robôs, torquímetro eletrônico, microterminal, equipamento para aquisição de dados, equipamento laboratorial, equipamento para vídeoartroscopia, som automotivo, caneta para lousa eletrônica dentre outros), como ilustra o portfólio da própria empresa na Figura 236.

Figura 236: Portfólio da empresa *Df[X] Projetos*



Fonte: <http://www.dfxprojetos.com/>

Este tópico deteve-se ao relato de casos na academia e no setor produtivo cujas atividades de design industrial e de engenharia acontecem com forte probabilidade de integração entre ambas as áreas. Ao mesmo tempo em que questões como inovação tecnológica, P&D, conhecimento científico, novas tecnologias combinadas às tecnologias tradicionais e a ER permeiam e norteiam as referidas atividades desenvolvidas. Convictamente, no país, há um número grande de exemplos similares, porém que não puderam ser contemplados nesse estudo devido ao seu caráter qualitativo e não quantitativo, mas também devido a várias limitações como cronograma, recursos financeiros e condições humanas, dentre outras.

Tais relatos demonstram o quanto o design industrial está presente no mundo do trabalho, possuindo seu espaço delineado pelas inovações tecnológicas, capaz de produzir juntamente com as engenharias saltos na economia de uma região e de uma nação.

4. RESULTADOS, INFERÊNCIAS E DISCUSSÕES

Inicialmente, carece esclarecer que os resultados apontados neste Capítulo devem ser analisados em classes diferentes como aqueles obtidos durante a: i) revisão literária; ii) experimentações vivenciadas em espaços acadêmico-pedagógicos como, por exemplo, no NUCAM e no CADEP, ambos da Universidade Estadual Paulista; iii) aplicação dos questionários e entrevistas – academia e setor produtivo; e, iv) observação *in loco* durante a visitação e estudo de campo.

4.1 Resultados da Revisão Teórica

Quanto aos resultados obtidos no âmbito da revisão literária se mostraram bastante pertinentes, enriquecedores e esclarecedores sobre vários aspectos. Inúmeras dúvidas, questionamentos e informações foram sanadas com a revisão na literatura demonstrando o quão valioso significa para o conhecimento científico e para a ciência aplicada uma pesquisa teórica consistente em base de dados textuais.

Durante o tópico referente ao design industrial, com base nos autores mencionados foi possível: definir e conceituar a área; compreender sua implantação, evolução e transformações no mundo e no Brasil; perceber questões da profissão e do ensino, dos perfis e estilos de profissionais existentes; destacar os fatores transdisciplinares inerentes da área projetual; visualizar a área da engenharia e suas relações com o design industrial; vislumbrar desdobramentos futuros.

No tópico sobre a ER, a investigação teórica dos autores citados serviu para: resgatar aspectos históricos, evolutivos e atuais da ER; conhecer métodos, técnicas e instrumentos diversos envolvendo ER (clássicos e *high tech*); compreender a sua diferença da espionagem industrial; perceber possibilidades de aplicações da ER durante o P&D, nas áreas tecnológicas, de inovação, principalmente, por intermédio do design industrial e das engenharias; descobrir sua vasta aplicação em campos do conhecimento distantes da área tecnológica.

Quanto ao tópico sobre as novas tecnologias conseguiu-se, a partir dos autores citados: apontar as origens e avanços históricos evoluídos com a CG; conhecer as principais novas tecnologias (prototipagem rápida, tecnologias aditivas e subtrativas, molde rápido, manufatura rápida, digitalização e inspeção óptica 3D, realidade virtual e realidade aumentada e holografia; delimitar as suas interações com o projeto de design industrial e das engenharias

Com relação à convergência entre o design industrial e as engenharias adquiriu-se, com as revisões realizadas: diagnósticos dos principais elementos integradores entre ambas as áreas, a partir da formação profissional, dos métodos e instrumentos de trabalho, das formas de atuação, das equipes mistas e pluridisciplinares dentre outros.

4.2 Resultados dos Experimentos Realizados

Os resultados conquistados no âmbito das experimentações, realizadas, por exemplo, no NUCAM ou no CADEP da UNESP, embora se caracterizem por haver procedimentos e operações de medição controlada e sistematizada, captura de nuvens de pontos 3D, entre outras, bastante comum nas ciências puras e exatas, portanto, com a adoção de procedimentos bastante operacionais e repetitivos, algo incomum para a área do design industrial, já que esta sofreu grande influência das

ciências humanas e sociais, principalmente, artes e arquitetura, pode-se afirmar que possuem elevada importância para os projetistas de produtos e de artefatos industriais – engenheiros e designers industriais.

Pela experimentação prática e uso da ciência aplicada é possível converter dados numéricos quantitativos em aspectos qualitativos também inerentes aos produtos e artefatos. Um projetista altamente criativo sabe reverter as observações constatadas e os dados obtidos durante as experimentações em soluções melhores (inovações incrementais) ou em soluções originais (inovações radicais).

No caso do NUCAM, as observações adquiridas serviram para atestar dados encontrados na literatura sobre propriedades, características e comportamentos dos materiais, além de fornecer subsídios concretos passíveis de aplicações em desenvolvimento e projeto de produtos e de artefatos industriais. Questões se tornaram percebidas na prática como a influência e o comportamento da temperatura em superfícies com cores distintas (absorção e reflexão) ou em materiais isolantes ou propagadores de calor. Aspectos detectados em estudos de campo desta natureza podem inferir em mudanças ou parâmetros para a alteração da configuração formal, das áreas de resfriamento e de ventilação, dos tipos de componentes, de materiais, de coloração, de atendimento a determinada legislação e, assim, por diante.

Acredita-se que embora esse tipo de experimentação possa aparentar ser um campo de investigação mais próximo das ciências exatas ou correlatas os indivíduos pertencentes ao design industrial – design –, quando se valem da utilização desses procedimentos, apreendem determinados conteúdos teóricos de modo mais fácil ampliando sua “bagagem de conhecimentos” úteis à projeção, à vida profissional e ao diálogo e interação com as engenharias e os cientistas. Na mesma linha de experimentação podem-se medir níveis de ruídos, de iluminação, atrito, trepidação, ventilação e circulação do ar, transmissão ou isolamento de calor, resistências a cargas e esforços dentre outros, tão presentes e atuantes, durante o uso e funcionamento dos produtos e artefatos industriais. Esse experimento, conforme demonstra o Quadro 78, traduziu apenas uma possibilidade entre inúmeras outras passíveis de adoção nos perfis curriculares de design industrial e de design do país.

Quadro 78: Diversas tomadas de mensuração com termômetro a laser (NUCAM).

Tomada de temperatura em ferro de passar roupas		
Nível (opcional)	Temperatura °C	
Roupas finas	93	
Roupas grossas	189	
Tomada de temperatura em notebook (após 3 horas de uso em ambiente sem refrigeração)		
Região	Temperatura °C	
Entrada e saída de ar	35	
Tomada de temperatura em bicicleta exposta ao sol (variação entre turnos)		
Componente	Temperatura °C Manhã	Temperatura °C Tarde
Selim polimérico	38	47

Manoplas emborrachadas	32	40				
Tomada de temperatura em banco de alvenaria exposto ao sol (variação entre turnos)						
Componente	Temperatura °C Manhã	Temperatura °C Tarde				
Assento	32	49				
Tomada de temperatura em motocicleta exposta ao sol (variação entre turnos)						
Componente	Temperatura °C Manhã	Temperatura °C Tarde				
Assento	51	66				
Manopla	37	52				
Escape	43	56				
Tanque	48	61				
Tomada de temperatura em automóveis expostos ao sol (variação entre turnos)						
Cor	Temperatura °C Manhã			Temperatura °C Tarde		
	Exterior	Interior	Vidros	Exterior	Interior	Vidros
Amarelo	45	38	45	52	43	47
Verde	40	31	37	48	35	40
Vermelho	44	35	47	54	44	51
Preto	65	51	66	77	56	71
Prata	46	50	45	57	52	47
Azul	39	42	45	50	42	48
Branco	37	39	46	45	41	51
Tomada de temperatura em materiais expostos ao sol (variação entre turnos)						
Material	Temperatura °C Manhã		Temperatura °C Tarde			
Poliestireno	24 a 29		36 a 33			
Madeira	30 a 37		48 a 43			
Metal	41 a 50		56 a 54			
Polietileno	31 a 34		39 a 37			
Espuma PU	66 a 72		79 a 73			
Têxtil	54 a 56		64 a 59			
Emborrachado	35 a 40		58 a 51			
Fibra de vidro	37 a 44		51 a 46			
Cerâmica esmaltada	39 a 47		62 a 48			
Vidro	31 a 37		43 a 39			

Fonte: O autor

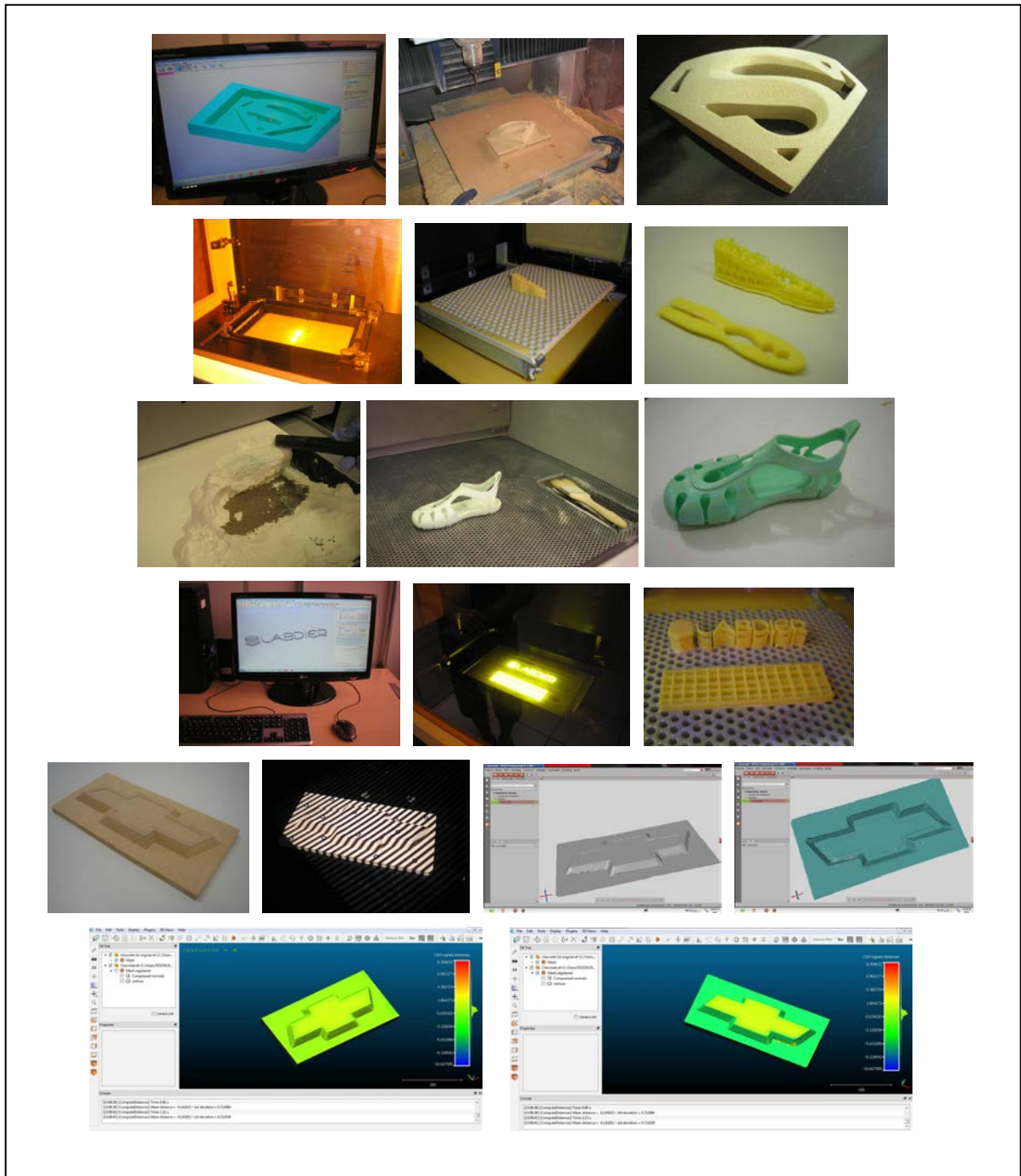
O Quadro 78 anterior, meramente ilustrativo, mas reflete as tomadas de mensuração realizadas junto ao NUCAM. Obviamente vários aspectos necessitariam ser reaplicados e interpretados de acordo com novas peculiaridades e interesses de aplicação dos dados em projetos. Deve também ser considerado o controle das variáveis como espessuras das superfícies, modelo do produto, tipo, condições climáticas, horários, nível de aeração, cores, volume, área, geometria das superfícies, texturas dentre outras.

No caso do CADEP, a partir do resultado das experimentações, eis que se mostrou, por excelência, um espaço didático-pedagógico integrador e articulador de conhecimentos e pesquisas envolvendo inovação tecnológica. Foi ofertada e proferida aos bolsistas do CADEP uma palestra intitulada “*A pesquisa aplicada na área projetual: questões pertinentes*”, como forma de contribuição do doutoramento apontando desde os aspectos essenciais do conhecimento científico até à pesquisa aplicada na área projetual – design – e as maneiras que se pode desenvolver pesquisa e conhecimento científico no CADEP. Outra palestra proferida, via Estágio Doutoral, no CADEP aconteceu aos acadêmicos do Curso de Design da UNESP intitulada *Engenharia Reversa: possibilidades de contribuição ao design*.

Houve também, por intermédio do CADEP, a participação em eventos ligados à área além da realização de visitas técnicas a empresas, fábricas, escritórios e agências de projetos em design industrial e engenharia – integrantes dos estudos de casos do estudo.

Tomou-se contato teórico-prático com a modelagem física, virtual, de prototipagem rápida – aditivas e subtrativas – e prototipagem convencional além da digitalização 3D, da inspeção de arquivos digitalizados com modelos CAD/STL, a partir das demandas do próprio CADEP, durante atendimento às necessidades de clientes e por intermédio do planejamento individual das atividades pertinentes à tese, vide Figura 237.

Figura 237: Alguns exemplos de atividades realizadas durante o Estágio Doutoral no CADEP/FAAC/UNESP



Fonte: Acervo do autor; Arquivos 3D extraídos do sítio *Free 3D CAD GrabCad*²⁷ e geração de RP (aditiva e subtrativa); Simulação comparativa com *Open Source Project Cloud Compare versão 2.5.1*²⁸, entre arquivos digitais e modelos físicos digitalizados.

²⁷ Free 3D CAD Library and Collaboration GrabCad – Biblioteca 3D livre. Sítio oficial para downloads: < <http://grabcad.com/>>

²⁸ Open Source Project Cloud Compare Versão 2.5.1. Sítio para downloads: < <http://www.danielgm.net/cc/>>

Não somente o CADEP, mas demais espaços pedagógicos das IES, resguardando-se suas limitações, podem assimilar a absorção da filosofia e da mentalidade de uma empresa, atuando com a integração de equipes mistas e atendendo a demandas externas, institucionais, além dos próprios cursos aos quais estão vinculados.

4.3 Resultados dos Instrumentos Aplicados

A coleta de dados de campo da tese além de ter ocorrido de modo predominantemente qualitativo, conforme descrito anteriormente no Capítulo Materiais e Métodos, também teve um caráter menor com dados quantitativos respaldados por dois momentos: um questionário e uma entrevista aplicados no meio acadêmico (vide Apêndices A e B); e, outro questionário e outra entrevista voltados para o setor produtivo (vide Apêndices C e D). Todos os instrumentos, em síntese, foram apresentados e analisados a seguir durante os próximos tópicos.

4.3.1 Resultados dos instrumentos aplicados na academia

Os instrumentos de coleta de dados destinados ao público da academia foram aplicados entre discentes de pós-graduação e docentes atuantes nas áreas de design industrial, design, engenharias (elétrica, mecânica e produção), ciências da computação e administração. Totalizaram 61 respondentes, destes 20 discentes de pós-graduação e 41 docentes. Todos os respondentes participantes foram submetidos ao questionário e à entrevista, conforme o Gráfico 01.

Gráfico 01: Perfil dos entrevistados na academia



Fonte: O autor

Dentre os respondentes, participaram representantes das seguintes instituições de ensino superior:

- Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Recife/Caruaru;
- Universidade Estadual Paulista – UNESP/Bauru/ Presidente Prudente;
- Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF;
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS;
- Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC/SMO;
- Universidade Federal do Maranhão – UFMA;
- Universidade Federal de Campina Grande – UFCG;
- Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN;
- Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ;

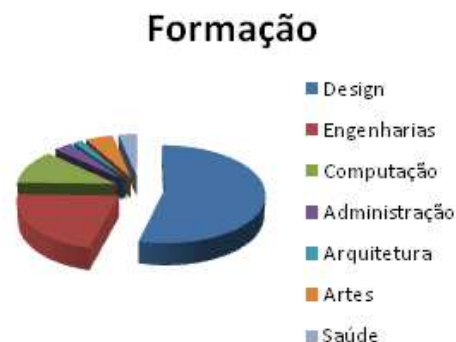
- Universidade de Joinville – UNIVILLE;
- Faculdade de Birigui;
- Escola Superior de Design Industrial – UERJ;
- Universidade de São Paulo – USP Campus São Carlos.

Embora o universo de respondentes não indiquem uma representatividade se comparado ao universo de docentes e discentes de pós-graduação em nível nacional, ou seja, não expressem uma amostragem representativa da população de interesse, mas se pode atestar que o extrato colhido apresentou dados pertinentes a respeito de vários questionamentos que esse estudo carrega.

4.3.1.1 Entrevista no meio acadêmico

De acordo com o Gráfico 02, quando perguntado sobre a formação o respondente deveria especificar qual foi sua graduação, seu mestrado, seu doutorado e/ou pós-doutorado. Quase a totalidade dos respondentes tem formação nas engenharias (13) e no design (33). Uma mínima parcela dos respondentes informou ter sua graduação na computação (7), na arquitetura (1), na administração (2), nas artes (3) e na saúde (2).

Gráfico 02: Área de formação no ensino superior dos respondentes.



Fonte: O autor.

Outra questão levantada diz respeito à informação do curso de graduação o qual o respondente atua como docente. Dentre as respostas destaca-se: nos cursos das Engenharias – Civil, Elétrica, Mecânica, Mecatrônica, Aeronáutica, de Produção, e Industrial; no curso de Gestão da Produção Industrial; no curso de Desenho Industrial e/ou Design – Produto, Interiores, Gráfico e Moda; no curso de Artes; no curso de Administração; no curso de Ciências da Computação; no curso de Ciência e Engenharia da Computação; no curso de Sistemas de Informação; no curso de Arquitetura e Urbanismo; no curso de Turismo; no curso de Matemática; no curso de Ergonomia Informacional; no curso de Multimídias; e, no curso de Educação Física.

A questão seguinte também pergunta se o entrevistado atua na pós-graduação como docente. Somente cerca de 40% informaram que atuavam na pós-graduação (englobando *lato e stricto sensu*). O restante, 60%, atuantes na graduação, destacaram às seguintes áreas: Design;

Engenharia Industrial; Engenharia Mecânica; Ciência dos Materiais; Design, Saúde e Ambiente; Arquitetura e Urbanismo; Ciência da Computação; Estatística; Design de Interiores; Design de Produto; Ergonomia, Interação humana-máquina e humano-computador; Engenharia Elétrica; Engenharia de Produção; Administração; e, Engenharia Mecânica. Há que se considerar que no rol de pesquisados há estudantes de pós-graduação que não atuam com ensino como profissão conforme demonstra o Gráfico 03.

Gráfico 03: Atuação dos entrevistados na academia



Fonte: O autor

A próxima questão trata de o entrevistado discriminar em qual departamento, núcleo ou espaço similar está alocado na IES. Os espaços pedagógicos e as unidades acadêmicas citadas foram: Departamento de Representação Gráfica; Centro de Informática; Departamento de Design; Departamento de Mídias e Interação; Departamento de Design de Produto; Departamento de Design e Expressão Gráfica; Departamento de Engenharia Mecânica; Núcleo de Design; Centro de Informática; Centro de Ciência da Informática; Departamento de Projeto; Departamento de Desenho e Tecnologia; Departamento de Engenharia Elétrica; Departamento de Artes; Departamento de Matemática; Departamento de Artes e Representação Gráfica; Departamento de Ciências Administrativas; Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente; Departamento de Engenharia de Produção; Departamento de Engenharia; Departamento de Computação; Departamento de Arquitetura e Design; Unidade Acadêmica Desenho Industrial; Departamento de Educação e Tecnologia; Departamento de Engenharia Elétrica; Departamento de Desenho e Tecnologia; Centro de Tecnologia e Departamento de Artes e Design.

Em seguida perguntou-se qual a opinião do entrevistado sobre o fato das universidades e faculdades brasileiras desagregarem o ensino superior nas áreas que possuem estreita ligação com o desenvolvimento de produtos como, por exemplo, o Design Industrial, as Engenharias e a Computação. Houve quase uma unanimidade, cerca de 95% dos respondentes, descreveram respostas que apontavam que essa prática e realidade desencadeavam um prejuízo aos envolvidos no ensino e à formação dos futuros profissionais. Apenas uma pequena parcela, cerca de 5%, citaram respostas onde apareceram opiniões explícitas favoráveis à separação, ao isolamento das áreas e à desagregação do ensino, como ilustra o Gráfico 04.

Gráfico 04: Opinião sobre a desagregação do ensino projetual



Fonte: O autor

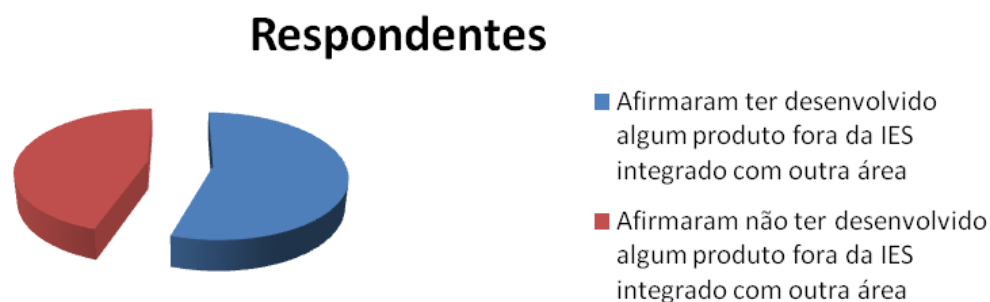
A última questão da entrevista tratou de colher mais informações complementares sobre a opinião do entrevistado a respeito dos cursos de graduação em Design Industrial, as Engenharias e a Computação atuarem isoladamente. Surgiram, dentre as respostas, maiores esclarecimentos complementares, aspectos favoráveis ou desfavoráveis à proposição e à resposta de cada participante. Todas as respostas foram registradas em acervo digital e servem para aplicações e intervenções futuras. Optou-se por não apresentar esses dados nesse estudo para evitar discussão alongada.

4.3.1.2 Questionário no meio acadêmico

A primeira pergunta do questionário aplicado no meio acadêmico tratou de saber se os respondentes já tinham participado de algum desenvolvimento de produtos fora da sua instituição de modo integrado com profissionais de outra área. 55% dos profissionais responderam que, sim, vide Gráfico 05, e dentre as opções salientadas, pode-se destacar: Publicidade; Arquitetura; Engenharia Civil; Engenharia Mecânica; Engenharia Elétrica; Odontologia; Design Gráfico; Design de Produto (industrial); Administração; Estatística; Matemática; Biomedicina; Cartunismo; Ciências da Computação; Psicologia; Marketing e Fisioterapia.

Dentre as temáticas apontadas tem-se: Multimídias; Brinquedos plásticos; Placas de sinalização; Mobiliário residencial; Projeto de interiores; Aparelho dentário; Equipamento de proteção; Equipamento laboratorial e médico; Transformador de alta frequência e alta tensão; Automóveis; Aparelho torquímetro; Coletor solar; Missil; Aeroespacial; Defesa; Postos de trabalho e intervenção ergonômica; Transporte coletivo; Linha branca; Refrigeração; Embalagens; Cozinha industrial; Indústria gráfica; Ilha de caixa para vendedoras de lojas de departamentos; Expositor de obras artísticas; Trens e metrô; Salas de controles; Brinquedos didático-pedagógicos e *Softwares*.

Gráfico 05: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto fora da IES



Fonte: O autor

A segunda pergunta, similar a anterior, tratou de saber se os respondentes já tinham participado de algum desenvolvimento de produtos dentro da sua instituição de modo integrado com profissionais de outra área. Acima da maioria, cerca de 60% dos respondentes, atestou que não tinham participado de algum desenvolvimento de produtos, de modo integrado com profissionais de outras áreas dentro da sua instituição, conforme o Gráfico 06.

Dentre o restante que respondeu afirmativamente destacaram os seguintes profissionais: Engenharia mecânica; Arquitetura; Artes; Educação; Engenharia química; Engenharia de materiais; Computação; Medicina; Design; Projeto de produto; Administração; Fisioterapia; Estatística; Matemática e Ciências naturais. Dentre as temáticas salientadas destaca-se: Mobiliário urbano; Equipamento médico-hospitalar; Bicicleta; Ambiência em casa de vegetação; Garrafa térmica; Controle bacteriano; Sensor eletromagnético; Aplicativo para *tablet*; Cadeira para banho e Robô móvel; *Web* e Equipamento de laboratório.

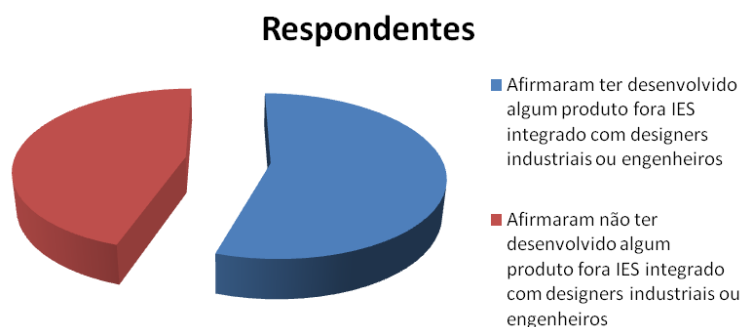
Gráfico 06: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto dentro da IES



Fonte: O autor

A terceira pergunta investigava se os respondentes já haviam participado de algum desenvolvimento de produtos fora da Instituição que atuavam de modo integrado com profissionais designers industriais ou das engenharias. 55% dos profissionais responderam que sim, ou seja, fora da instituição que atuavam já haviam participado de algum desenvolvimento de produtos com a integração de outros profissionais da engenharia ou do design industrial. O restante, cerca de 45% respondeu negativamente, como ilustra o Gráfico 07.

Gráfico 07: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto fora da IES com designers industriais ou engenheiros



Fonte: O autor

A quarta pergunta sondava a mesma problemática, ou seja, se os respondentes já haviam participado de algum desenvolvimento de produtos de modo integrado com profissionais designers industriais ou das engenharias, porém se o desenvolvimento de produtos havia ocorrido dentro da Instituição. Nesta questão, as respostas foram igualitárias, ou seja, 50% afirmaram que sim e a outra metade responderam que não havia participado, dentro da instituição, de algum desenvolvimento de produto juntamente com profissionais das engenharias ou do design industrial, como mostra o Gráfico 08.

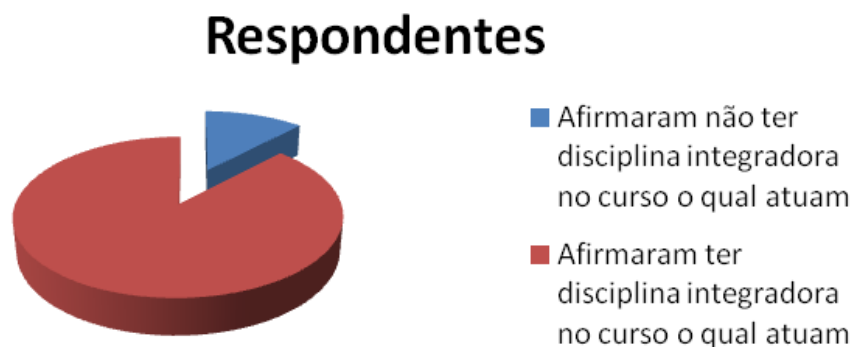
Gráfico 08: Opinião sobre o desenvolvimento integrado de produto dentro da IES com designers industriais ou engenheiros



Fonte: O autor

A quinta questão tratou de perguntar se o curso que os respondentes atuavam tem alguma disciplina projetual que poderia ser trabalhada de modo integrada às Engenharias e ao Design Industrial ou vice e versa. Dentre as respostas, 12% afirmaram de modo negativo, ou seja, que não havia disciplina integradora de áreas. Cerca de 88% afirmaram que no curso onde atuavam havia disciplinas integradoras tais como a de Projeto, como demonstra o Gráfico 09. Esse dado aponta para o fato de que no ensino existe, sim, a possibilidade e alternativas de integração de áreas, mas que raríssimos exemplos estão explorando esse recurso.

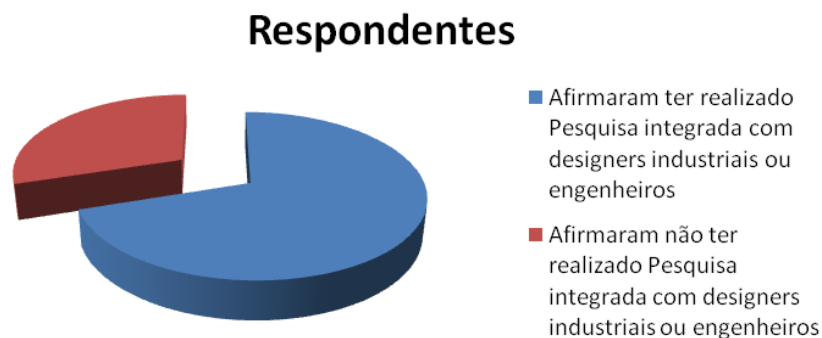
Gráfico 09: Opinião sobre disciplina integradora nos cursos que atuam



Fonte: O autor

A sexta questão tratou de investigar se no campo da Pesquisa os respondentes já haviam tido alguma oportunidade de trabalhar, integradamente, engenheiros com designers industriais. Em torno de 70% responderam de modo afirmativo, ou seja, que no campo da Pesquisa já havia tido a oportunidade de pesquisar integradamente com a outra área – engenharia ou design industrial (design), conforme o Gráfico 10.

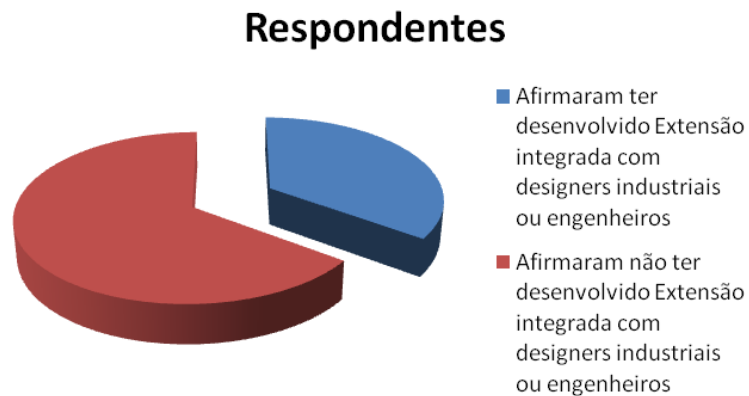
Gráfico 10: Opinião sobre realização de Pesquisa integrada com designers industriais ou engenheiros



Fonte: O autor

A sétima pergunta tratou da mesma questão anterior, porém no campo da Extensão. 35% dos respondentes afirmaram que no campo da Extensão já tinham tido alguma oportunidade de desenvolver ações integrando engenharias com design industrial (design), vide Gráfico 11.

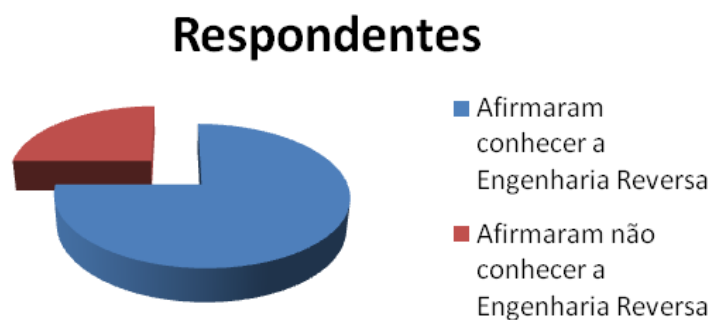
Gráfico 11: Opinião sobre realização de Extensão integrada com designers industriais ou engenheiros



Fonte: O autor

A oitava pergunta sondava se os respondentes conheciam a Engenharia Reversa (ER). Dentre as respostas a grande maioria, cerca de 75%, afirmou que já conhecia a ER. O restante respondeu que não conhecia esta área, como ilustra o Gráfico 12.

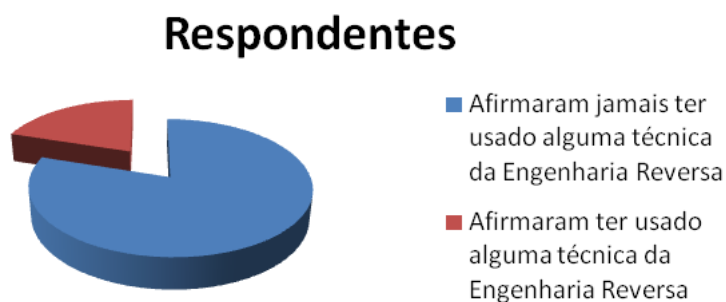
Gráfico 12: Opinião sobre o conhecimento da ER



Fonte: O autor

A nona questão visava descobrir se na vida profissional os respondentes já utilizaram alguma técnica da ER. A grande maioria, cerca de 80% respondeu que nunca adotou alguma técnica de ER. O restante respondeu que já havia adotado alguma técnica de ER, como mostra o Gráfico 13. Dentre as técnicas mencionadas pode-se destacar: Desmontagem; Identificação de sistema caixa preta; Provimento de código de alto nível a partir de código de baixo nível (linguagem de máquina); Análise de produtos e processos; Ferramenta CAD; Tipos de sistemas de uniões, acabamentos e componentes; Montagem; Leadtime; Análise de similares e concorrentes; Motoredutores orbitais; LCA; Logística reversa; Modelagem 3D a partir de pontos no espaço, Digitalização 3D e Análise de Valor.

Gráfico 13: Opinião sobre ter usado alguma técnica da ER



Fonte: O autor

4.3.2 Resultados dos instrumentos aplicados no setor produtivo

Por outro lado, resultados adquiridos no âmbito das empresas analisadas, durante a coleta de campo e investigação dos estudos de casos, registrou-se uma forte presença pela integração das áreas (engenharias e design industrial). Sete empreendimentos apresentaram modelos em estágios bem adiantados incluindo resultados frutíferos dessa integração; outras, duas, em estágios inferiores, processando essa integração com alguns obstáculos naturais devido às especificidades das áreas e da formação dos profissionais.

Verificou-se que aquelas empresas as quais já superaram e transpassaram as barreiras do isolamento ou da desagregação entre as áreas indica que compreenderam a importância da multi, inter, trans e pluridisciplinaridade e da complementaridade entre as áreas e profissões. Também, do mesmo modo, compreenderam que todas as áreas devem reunir os esforços visando objetivos comuns tais como a própria sobrevivência da empresa. Outro aspecto observado é que a aproximação entre as áreas se deu quando a administração central da empresa ou instituição proporcionou maior autonomia e delegou maior responsabilidade estratégica de inovação ao setor de design industrial fazendo com que as áreas supracitadas (engenharias e design) estivessem no mesmo nível hierárquico ou estabelecendo uma estreita ligação do design diretamente à direção central.

4.3.2.1 Entrevista no setor produtivo

Fizeram parte desse levantamento, conforme apresentado no Capítulo de Materiais e Métodos, nove empresas, industriais e agências de design e engenharia.

Quanto à primeira questão sobre que tipo de serviços ou produtos a empresa é especializada, cada entrevistado definiu exemplificando seus serviços e produtos os quais desempenham (algumas empresas foram contempladas com até dois participantes), vide Quadro 79:

Quadro 79: Síntese das áreas de atuação das empresas participantes.

Empresa	Descrição	Síntese de resultados
A	Na fabricação e na comercialização de ônibus voltado para o transporte de passageiros segundo critérios e padrões estabelecidos pelos órgãos normativos e clientes”; “No transporte coletivo encarroçando ônibus em geral (todos os modelos).	Presença de setor de Design; e de setor de Engenharia; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Terceiriza RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
B	Desenvolve diversos tipos de produtos para diferentes mercados. Alguns exemplos: Produtos médico-hospitalares, eletroeletrônicos, mobilidade, equipamentos para indústria e vending machines. Oferecemos os serviços de design estratégico, roadmapping, desenho industrial, análise de mercado, prototipagem, teste, engenharia mecânica, sourcing, acompanhamento na produção, entre outros.	Unificação de setor (Design e Engenharia); Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Utiliza RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
C	No projeto, construção, certificação e manutenção de aeronaves comerciais, executivas e de defesa.	Presença de setor de Desenvolvimento Integrado de Produtos; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Adota RP; Com Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
D	Segmento de eletrodomésticos, envolvendo os seguintes tipos de produtos: Lavadoras de roupas, purificadores de água refrigerados e não refrigerados e bebedouros de água.	Sem setor de Design; Presença de setor de Engenharia; Adota princípios de Design; Terceiriza estilização; Possui equipes mistas e integração de demais áreas; Uso maior de sistemas digitais 3D e pouco uso de técnicas tradicionais; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Sem RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
E	Design de produtos médicos e eletrônicos, modelagem CAD.	Presença de setor de Design Industrial; Acredita na integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas entre empresas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Sem RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
F	“Produtos médicos-odontológicos como consultórios odontológicos, marcas, autoclaves, raios-x, entre outros periféricos que compõe o centro odontológico”. “Atua em produtos na área da saúde. Líder de mercado na área da odontologia e iniciando em algumas áreas de especialidades médicas.	Presença de setor de Design e de Engenharia unificados; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Terceiriza RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
G	a) Serviços: Desde a concepção e desenvolvimento até o produto final através da digitalização, modelamento, impressão 3D, acabamento, ensaios, testes e simulação utilizando-se processos informatizados (novas tecnologias) com algumas exceções; b) Produtos: equipamentos de engenharia reversa, inspeção digital 3D, impressoras 3D, softwares de modelamento e inspeção digital 3D.	Presença de setor de Design e de Engenharia integrados; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso prioritário de sistemas digitais 3D; Especializada em RP; Com Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
H	Desenvolvimento de novos produtos e prototipagem. A empresa [...] oferece soluções integradas de design, engenharia, prototipagem e pequenas produções utilizando diversas tecnologias e processos de construção.	Presença de setor de Design e de setor de Engenharia; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Explora técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Adota RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.
*I	Incubadora de empresas de base tecnológica.	Presença de empresas de Design e de Engenharia; Adota integração de áreas; Usa ferramentas integradoras; Adoção de técnicas de ER; Presença de equipes mistas; Uso de tecnologia tradicional e sistemas digitais 3D; Adota RP; Sem Tecnologias Imersivas; Acredita em complementaridade de áreas.

* Apenas este empreendimento não teve respondentes para o questionário e a entrevista. As informações apresentadas no Quadro refletem a impressão do observador durante a visita *in loco* e demais formas de coleta de dados.

Fonte: Estudo de campo do autor

Quanto à segunda questão, a qual tratou de investigar se a empresa atua integrando áreas e profissionais, simultaneamente, tais como, engenheiros e designers industriais e/ou outros, todas afirmaram que “Sim” destacando, inclusive em alguns casos a integração de profissionais do corpo

técnico e administrativo, de nível superior, de suprimentos, de marketing, de assistência técnica, de manufatura e de vendas além dos diretamente envolvidos com a projeção e desenvolvimento de produtos propriamente dita - engenheiros e designers industriais. Uma delas destacou um método adotado a qual intitula de “Projeto de Adaptação”.

No que tange à terceira questão, sobre a empresa privilegiar técnicas convencionais de projeto aliadas às novas tecnologias, por exemplo, a computação gráfica CG), a prototipagem rápida (RP), a digitalização 3D, a Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) ou Holografia as respostas foram as seguintes: i) O caso da Robtec foi uma exceção, dentre as outras, por se tratar de serviços, comércio e projetos envolvendo RP, esporadicamente, adota técnicas manuais de acabamento e polimento superficial nos protótipos gerados; ii) todas as demais empresas afirmaram combinarem tecnologias tradicionais como uso de desenhos, esboços, *renderings*, mocaps, modelos funcionais entre outras, com o uso de novas tecnologias tais como a computação gráfica, modelagem 3D digital, digitalização, prototipagem e manufatura rápida, centros de usinagens, realidade virtual dentre outras.

Com relação à quarta questão sobre a maneira como a empresa lida com a complexidade do trabalho envolvendo equipes mistas (engenheiros, designers industriais e/ou outros), todas, sem exceção, afirmaram a importância das equipes mistas e interdisciplinares para o sucesso e a sua sobrevivência. Duas empresas reconheceram existirem conflitos, mas inerentes à complexidade e especificidades das áreas. As outras sete restantes atestaram desconhecerem tais conflitos. Observou-se que há níveis e modos diferentes desse modo de lidar com a complexidade das equipes mistas. Cada empresa possui uma “história de vida” peculiar a qual seria necessário outro momento para se relatar cada caso específico. Por exemplo, um entrevistado de uma empresa afirmou que sua empresa adota a filosofia do Desenvolvimento e do Projeto Integrado de Produtos algo que retira os atritos e elimina a competitividade interna entre as áreas e a atividade-meio, uma vez que, o foco passa a ser o produto final, ou seja, a atividade-fim. Outro entrevistado, de outra empresa, afirmou que se adota o método de Engenharia Simultânea como forma de integração entre as áreas e as profissões, disse ele:

“Um elemento importante para o desenvolvimento de um novo produto na fase de conceituação é a integração de disciplinas para garantir Design para a produção e evitar retrabalhos de conceito por inviabilidade de construção. Uma equipe composta por designers, modeladores 3D e engenheiros trabalham simultaneamente para garantir engenharia simultânea com o cuidado de respeitar individualmente cada profissional em sua área de atuação. Nenhuma atividade deve ter a sua iniciativa inibida ou limitada por esta integração, mas a simultaneidade colabora para a eficiência do processo”. DEPOIMENTO DE ENTREVISTADO.

Quanto à última questão sobre a opinião do entrevistado quanto à visão da empresa, se concorda ou discorda das competências profissionais entre os engenheiros e designers industriais serem concorrentes ou complementares, todos afirmaram enfaticamente acreditarem na complementaridade de ambas as áreas. Dentre as respostas apareceram termos ou expressões associativas às áreas como sinergia, qualidade e quantidade, concepção, normas e projeto, critérios técnicos, ergonômicos e estéticos, qualidade de integração e de processos, redução de tempo,

custos e processos, dentre outras. Um dos entrevistados de uma empresa afirmou o fato do preconceito ainda existir entre as profissões, porém, essa visão, está cada vez diminuindo internamente nas próprias empresas.

4.3.2.2 Questionário no setor produtivo

Quanto à primeira questão a qual perguntou sobre qual o tipo de desenvolvimento de produto a empresa/organização atua todas as respostas foram parecidas com a primeira pergunta da entrevista apresentadas no Quadro 76 anteriormente. Tais respostas foram aqui omitidas pela redundância obtida.

Com relação à segunda pergunta sobre a empresa/organização constituir, ou não, na equipe de desenvolvimento de produtos profissionais de áreas diferentes, todos os respondentes afirmaram positivamente.

Sobre a terceira questão a qual sondou se havia designers industriais na equipe de desenvolvimento de produtos da empresa/organização, todas afirmaram que “Sim”, com exceção de apenas uma, onde se constatou que o profissional da engenharia assume algumas atribuições dos designers industriais e outras demandas internas são terceirizadas com uma agência de design externa.

Quanto à quarta questão a qual investiga se a empresa/organização adota alguma ferramenta integradora como, por exemplo, a Engenharia Simultânea durante o desenvolvimento de produtos e, em caso afirmativo, em que nível, todos os participantes afirmaram positivamente, ou seja, que adotam alguma ferramenta integradora durante o desenvolvimento de produtos. As respostas apontaram para: i) em todos os estágios de desenvolvimento de produtos, desde a concepção até a finalização; ii) para a divisão de equipes multidisciplinares menores; iii) com ferramentas computacionais como *Alias* e *Pro-Engineer*; iv) em sistema de gestão ágil de produtos; v) com cronogramas; vi) com a ferramenta “Desenvolvimento Integrado de Produtos”; vii) com Pesquisa de mercado; viii) durante a Projetação; e, ix) com a Validação clínica.

No que diz respeito à quinta questão sobre a empresa/organização adotar técnicas de Engenharia Reversa durante o desenvolvimento de produtos, todas as respostas foram afirmativas e os níveis citados foram: i) na digitalização óptica; ii) nos níveis estruturais, conceituais etc.; iii) na análise de produtos similares; iv) no redesenho de modelos CAD para agilizar o tempo de desenvolvimento; v) na modificação e aprimoramento de patentes já existentes; vi) em fases corretivas de projeto e de desenvolvimento; vii) em níveis de engenharia de adaptação; viii) com *Benchmarking*; ix) com a prototipia combinada ao projeto de engenharia e design industrial; e, x) a partir de modelos e peças de referência.

Quanto à sexta questão a qual investiga se a empresa/organização já contratou serviços terceirizados de Engenharia Reversa, apenas três responderam afirmativamente que “Sim” e especificaram justificando com a digitalização 3D óptica e com a prototipia. As demais empresas, seis, responderam que “Não”, jamais se utilizaram da terceirização por ER, ou seja, fazem ER internamente.

Com relação à sétima questão sobre a empresa/organização dispor de algum tipo de tecnologia de Prototipagem Rápida como a Estereolitografia, a Sinterização Seletiva a Laser ou outra, as respostas foram as seguintes: i) três empresas afirmaram que não tinham, internamente, nenhum tipo de RP e, que uma delas, manifestou-se com previsão de incluir em sua estrutura brevemente. As outras duas informaram que na ocasião terceirizam essa fase; ii) as seis empresas restantes mencionaram que possuíam algum tipo de prototipagem rápida internamente. Dentre as mais mencionadas apareceram a STL, SLA, a FDM e a SLS. Outra empresa, por ser especializada no assunto, mencionou ainda, para além das supracitadas, a FTI, MJM, CJP e SLM.

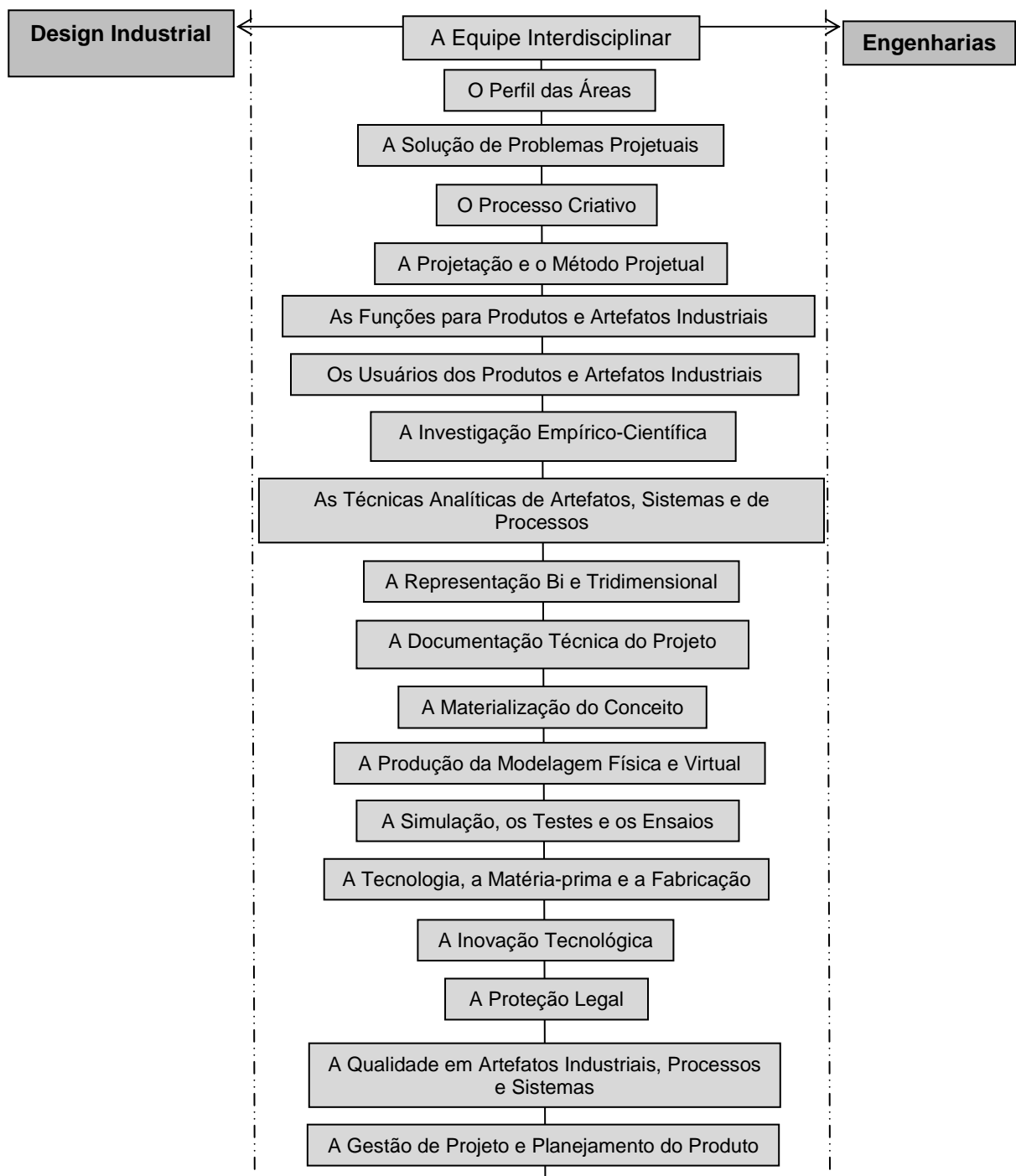
Quanto à última questão sobre a empresa/organização dispor de algum tipo de Tecnologia Digital Imersiva como a realidade virtual, a realidade aumentada ou outra, apenas duas afirmaram utilizarem a RV durante o desenvolvimento de produtos e demais atividades.

4.4 Resultados das Observações *in loco*, Inferências e Discussões

De acordo com os resultados obtidos durante a revisão literária, da coleta de dados de campo – academia e setores produtivos – podem-se gerar algumas constatações e inferências. Optou-se em discorrer, inicialmente, por narrativas do setor produtivo e deixar as do meio acadêmico por último uma vez que aquelas servem de contribuições transformadoras a estas, ou seja, o ensino projetual na academia pode receber contribuições advindas do setor produtivo – empresarial, de serviços e industrial – como se pode verificar a seguir:

Primeiro: O referido esquema representativo, ordenado na Figura 238, reforça a premissa de que pela forte aproximação observada entre as características dos elementos e a dinâmica projetual das atividades envolvidas, discriminadas no item 2.4 *A convergência entre o design e as engenharias*, em revisão literária, além de verificadas durante o estudo de campo – academia e setor produtivo – pode-se constatar que há, sim, um potencial latente de convergência sinérgica entre ambas as áreas, as quais não foram ainda adotadas em sua plenitude, principalmente no meio acadêmico.

Figura 238: Representação esquemática de elementos convergentes entre DI e Engenharias.



Fonte: O autor

Segundo: A filosofia ou conjunto de práticas observadas na cultura das empresas se mostra de modo pragmático, aplicado, ágil, versátil e desprovido de entraves burocráticos. Isso reflete a dinâmica de atendimento às demandas do mercado e da sociedade. Algumas áreas da academia, preparadoras desses profissionais necessitam exercitar essas dinâmicas, pois lidam, essencialmente, com conceitos, criatividade, projetos, tecnologia, inovação, pesquisa aplicada, dentre outras,

corroborando com Bonsiepe (1984, 1997, 2012 e 2011). Portanto, as mudanças e transformações nessas áreas precisam de respostas e ações na mesma velocidade das encontradas no “mundo do trabalho”. É comum, acontecer na academia prejuízos diversos em função da falta de pragmatismo, simplicidade e agilidade em processos, planejamentos e tomadas de decisões.

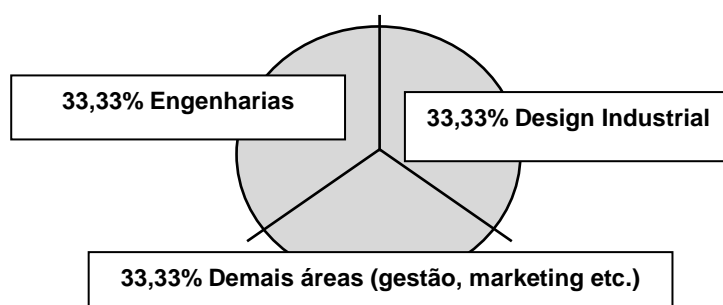
Terceiro: Verificou-se que o ponto em comum, entre todas as empresas visitadas, diz respeito ao fato de lidarem, em algum nível de envolvimento, com a integração conforme explora Back et al (2008), entre a engenharia e o design industrial, uso de novas tecnologias combinadas com as tecnologias tradicionais além de incorporarem nos processos equipes múltiplas e mistas, inter e transdisciplinares e acreditarem em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como forma de alcançarem inovação e competitividade. Por outro lado, na academia a integração efetiva entre as áreas citadas, com raríssimas exceções, saem do plano conceitual e teórico.

Quarto: Constatou-se que, em empresas industriais visitadas, as parcerias e convênios firmados entre elas e a academia, demais institutos tecnológicos e de P&D, são bem-vindos desde que as políticas públicas avancem e incentivem essa aproximação tão benéfica aos agentes envolvidos, vide modelo apresentado no Catálogo ParqTec/Sebrae/SP (s.d.) e verificação durante estudo de caso do ParqTec de São Carlos.

Quinto: Os entrevistados, tanto da academia quanto do setor produtivo, apontaram a relevância de uma formação específica em design industrial ser melhor para o setor industrial do que uma formação em design generalista devido a questões específicas de fabricação industrial, seriada e de segmentos de mercado.

Sexto: Um dos entrevistados no setor produtivo apontou que as empresas devem quantificar percentuais em partes de importância equivalentes entre as engenharias e o design industrial como mostra a Figura 239, demonstrando atenção e prioridade com P&D e inovação acompanhada por ambas as áreas:

Figura 239: Exemplo de distribuição de importância de áreas para empresa em análise.



Fonte: Estudo de campo do autor

Esse dado demonstra que a academia também pode priorizar questões de desenvolvimento de produtos, de processos e de inovação tecnológica tais como patentes, desenhos industriais, marcas, invenções, transferência de tecnologia e demais assuntos correlatos como estratégia de ensino, de pesquisa e de extensão universitária. Notoriamente, os engenheiros e os designers,

integradamente, dentre outras áreas, estariam conduzindo esse processo de transformação do conhecimento.

Sétimo: Constatou-se que a ER é conhecida, tanto da academia quanto do setor produtivo, no entanto aqueles de formação e tradição nas engenharias conhecem e praticam suas técnicas e métodos de modo aprofundados melhor que os designers industriais.

Oitavo: Percebeu-se que ainda há desconhecimentos acerca da ER, confusão com alguma prática ilícita além de faltar visibilidade, principalmente, pelos designers industriais do seu poder de contribuição para a inovação tecnológica, para sua formação, abordagem na vida profissional como autônomo ou designer pertencente ao setor produtivo.

Nono: Tornou-se patente que a ER, equivocadamente, significa apenas processos de digitalização, inspeção óptica e geração de modelos virtuais 3D, quando, em verdade, indica somente uma das possibilidades da aplicação da ER a partir dos desdobramentos da informatização dos processos, conforme atestaram Nascimento Silva, Menezes, Paschoarelli e Alencar (2012).

Décimo: Constatou-se, distintamente, de alguns teóricos terem afirmarem durante a Revisão Teórica, que a ER pode se iniciar também a partir de modelos e protótipos em fase de concepção e não, exclusivamente, a partir de algo já existente e comercializado, discordando-se, por exemplo, de Sanches da Silva (2005) ou de Canhota Júnior (2005). Ou seja, a partir do desenvolvimento de modelos e protótipos o conjunto de técnicas analíticas de produtos, de processos ou de sistemas se faz presente além da própria digitalização 3D, da geração de modelos digitais e da inspeção óptica algo que configura e aponta para as novas aplicações tecnológicas da ER.

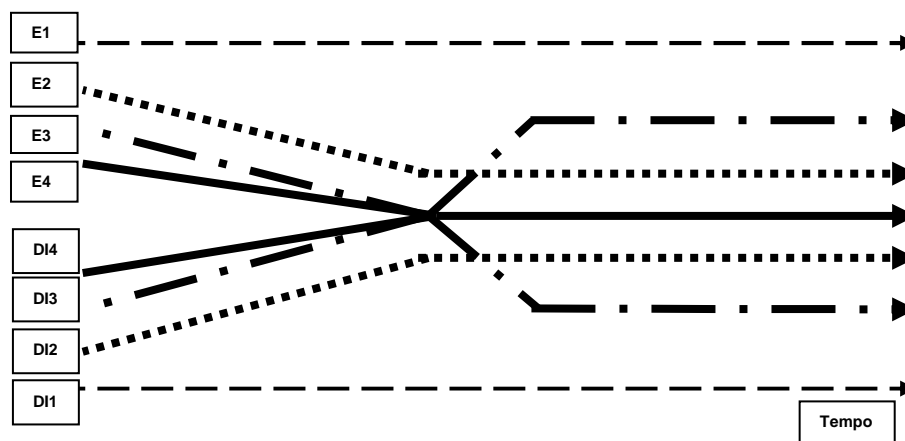
Décimo primeiro: As técnicas analíticas de produtos, processos ou sistemas tão comuns à ER – incluindo-se a análise de sistemas vivos – são capazes de dispor informações quantitativas e qualitativas voltadas para a melhoria, solução ou redução de problemas de diversas naturezas e grandezas de complexidades de acordo com Marbach (2009), Schierwagen (2012) e Stolovitzky (2007).

Décimo segundo: Com base nas empresas citadas e nas respostas dos questionários e entrevistas do meio acadêmico e do setor produtivo, além da revisão literária, a ER tem recebido, sim, maior espaço e difusão no Ocidente, se comparada há anos e décadas anteriores devido à falsa compreensão de associar-se à cópia como afirmaram Toledo et al, 2009 e Dias, 1997; e, diferentemente de Alves (2010) ao tratar da ER apenas no Oriente, embora isso não implique na generalização e na totalidade do universo. Mas esse indício pode apontar uma nova *expertise* desencadeando um processo de necessidade de indivíduos capacitados a atuarem como docentes, pesquisadores, consultores e profissionais do mercado no ramo da ER.

Décimo terceiro: Verificou-se entre às empresas visitadas a presença dos elementos convergentes entre o design industrial e as engenharias. Há variações de prioridades e importância dada por cada empresa a cada item destacado nesse estudo teórico. Analisar cada empresa e discriminar o porquê dos fatores sofrerem essa variação representa outra reflexão extensa, algo que foge do escopo da tese.

Décimo quarto: Outro aspecto a ser observado a partir do estudo de campo junto às empresas diz respeito ao nível de integração entre as engenharias e o design industrial. Esse levantamento possibilitou a criação da Figura 240, a qual ilustra o modelo da atuação das áreas.

Figura 240: Tipos de modelos de atuação entre Engenharia e Design Industrial nas empresas.



Fonte: O autor

Onde se tem E1, indica, Engenharia 1; e, DI 1, lê-se Design Industrial 1 e, assim, sucessivamente. Podem-se observar vários modelos de integração entre as empresas: a) aquelas que jamais tentaram integrar as áreas [E1 e DI1 isoladas]; b) outras que tentaram se aproximar, mas não se fundem [E2 e DI2] atuando próximas, mas separadas; c) aquelas que se integram, mas por diversos motivos, a integração não foi bem sucedida e se afastam novamente [E3 e DI3]; d) outras conseguem a fusão e integração com sucesso [E4 e DI4]. Pode-se também vislumbrar aquelas empresas que não possuem a Engenharia, apenas o Design Industrial ou, vice-versa, mas que opta pelo setor existente atuar com a dupla competência. Enfim, os casos são diversos e variados. A conclusão a que se pode chegar, com base nas empresas visitadas, é que a integração na sua plenitude, quando alcançada, pode produzir resultados jamais vistos na empresa antes da integração. Isto se tornou patente a partir do conhecimento de cada modelo presente em cada empresa investigada e estabelecendo uma análise comparativa global.

Com base nisso, cada empresa pode analisar seu modelo adotado e comparar sua atuação com aquelas que possuem algum tipo de integração, preferencialmente, na totalidade da fusão.

Analogamente, a mesma assertiva pode ser transportada para o modelo educacional do ensino projetual no Brasil. Aqueles cursos os quais produzem alguma integração entre as engenharias e o design industrial possuem grande probabilidade de produzirem saltos qualitativos no ensino, na extensão, na pesquisa, na ciência, em projetos e desenvolvimento de artefatos industriais, aos docentes, discentes e assim sucessivamente.

Décimo quinto: A questão do estabelecimento das parcerias foi verificada como uma prática comum entre as empresas que fizeram parte desse estudo. Ou seja, a partir de cada necessidade específica, as empresas costumam recorrerem a outras para lhes atenderem, ou atenderem aos clientes, com base em suas expertises, por exemplo, RP, digitalização 3D, inspeção óptica, RV, entre

outros casos. Verificou-se também o estabelecimento de parcerias entre empresas, institutos e instituições acadêmicas ou de P&D. Mesmo assim, o intercâmbio entre a academia e o setor produtivo, de serviços e industrial, no Brasil, mostra-se incipiente e aquém do universo de alternativas em potencial.

Décimo sexto: O espaço didático-pedagógico visitado e narrado como estudo de caso intitulado Empresa ProJúnior de Engenharia, da FEB/UNESP, configura-se um exemplo atuante nesta instituição capaz de desencadear processos de integração com a área de design – especialmente a de produtos e de artefatos industriais. Diversos problemas projetuais podem ser conduzidos a partir da formação de equipes mistas, inter e transdisciplinares corroborando com Neves (2009).

As áreas carecem de maiores informações, umas sobre as outras, sobre suas práticas, finalidades, perfis, ferramentas, entre outros aspectos. Dizendo de outro modo, falta se conhecerem melhor e se comunicarem. Nesse sentido, docentes de cada área podem desencadear essa “ponte” visando o estreitamento das relações. Outro aspecto a ser considerado refere-se ao fato de, mesmo havendo nas demais áreas outras empresas júnior, não significa necessariamente a fusão delas, mas a realização de parcerias quando forem necessárias. Isso pode se estender aos demais espaços verificados como, por exemplo, o CADEP e o NUCAM, dentre tantos outros.

Conforme salientado, anteriormente, demais aspectos da academia foram discutidos durante os próximos tópicos.

4.4.1 Aspectos causadores da falta de diálogo entre as engenharias e o DI

Embora se tenha constatado, principalmente, durante a realização dos estudos de casos entre o setor produtivo, empresarial e industrial que a integração entre o design industrial e as engenharias acontece de fato, muitas das vezes por força das circunstâncias durante as atividades de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, na academia o cenário não se configura o mesmo. Os tópicos a seguir investigam esses fatores os quais interferem a integração na academia.

- A separação física e infraestrutural das áreas. A área do design industrial, ao ser introduzida no Brasil, após a Segunda Guerra Mundial, foi importada do modelo alemão da *Hochschule für Gestaltung (Hfg)*, da cidade de Ulm. Como o Brasil não possuía àquela época uma cultura nem a estrutura industrial necessária para o seu desenvolvimento proporcionou, naturalmente, um descaso das engenharias para com ela. Isso por exemplo, parece não refletir a compreensão das engenharias em países industrializados para com o design industrial.

Naquela época, por sua vez, as áreas mais próximas devido à sua multidisciplinaridade artística e projetual verificada nas Artes e Arquitetura, respectivamente, foram responsáveis pelo acolhimento em seus departamentos e espaços correlatos de instalação e de funcionamento. O que ajudou em muitos aspectos prejudicou em tantos outros, pois o design industrial a partir daí, decididamente, foi desvinculado de associações tecnológicas e de inovação inerentes e que as engenharias desenvolveram e souberam aproveitar fortuitamente durante essas últimas décadas.

- A fragilidade intelectual dos conhecimentos. O fato de o design industrial ter sido instalado na academia distante das áreas científicas, tecnológicas e de caráter inovadoras resultou na desagregação de vários tipos de conhecimentos indispensáveis à sua plenitude. Questões relativas a

materiais, processos de fabricação, realidades industriais, competitividade, produtividade, inovação, mercadologia, aspectos gerenciais, experimentações, simulações, testes e ensaios, proteção legal, invenções, patentes, novas tecnologias, conhecimento científico, dentre outras, foram se perdendo ao longo dos tempos.

As engenharias, por serem, historicamente mais antigas e tradicionais possuem suas fronteiras delimitadas. O design industrial, distintamente, por ser mais recente não possui ainda uma clareza de fronteiras e limites, motivo pela qual se tornou mais frágil e vulnerável aos últimos acontecimentos.

- O isolamento pessoal dos agentes. A academia se constitui um espaço dinâmico eclético por essência, mas propício a gerar “armadilhas” que se não forem percebidas e devidamente gerenciadas podem causar vários danos e “vícios” aos envolvidos. Um deles é o fato de potencializar indivíduos – cientistas, pesquisadores, docentes – os quais preferem se isolar entre quatro paredes (salas ou laboratórios) a buscar o desenvolvimento de atividades coletivas, com raras exceções, obviamente. Por vezes, os motivos são receios, insegurança, timidez, falta de habilidades, comodismo, porém há também questões de segredos, de competição ou até mesmo de demarcar “territórios” do conhecimento como se fossem donos exclusivos de cada área ou subárea: engano prejudicial! A atividade de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais não condiz com essa prática.

- A competitividade acadêmica entre áreas e agentes. Em algumas ocasiões a competição é tamanha que afastam as áreas e os agentes a tentarem desenvolver ações, estratégias e atividades conjuntamente.

Quando se trata da construção do conhecimento científico, em particular, no que tange ao desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, a construção coletiva, onde cada área e cada agente, de acordo com sua *expertise*, contribuem da melhor maneira possível de modo complementar, visando objetivos e metas comuns, a competição, tende a se extinguir nesses ambientes multidisciplinares. Portanto, não há motivos para as engenharias temerem o design industrial, nem a recíproca, o design industrial temer a aproximação das engenharias, pois cada uma tem o seu papel bem definido e complementar à outra.

- A falta de abertura e disposição para trabalho em equipes. Devido ao modo como o ensino foi implementado e continua sendo tratado nas academias, normalmente, as práticas pedagógicas das engenharias e do design industrial ocorrem de modo isoladas. Os engenheiros, com certas exceções, acreditam que não precisam dos designers industriais, talvez por desconhecimento da outra área ou pela falta de experimentação de modelos de equipes mistas e multidisciplinares. Os designers industriais, por sua vez, talvez por comodidade ou por não ter experimentado a oportunidade de desenvolver em sua práxis a integração das áreas durante o desenvolvimento de produtos resiste em dar um passo para a aproximação.

O desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais se faz com equipes mistas, tal como ocorre e se constatou nos setores produtivos e industriais, onde essa consciência deve ser trabalhada no seio da academia, principalmente, pela área projetual protagonizadora disso.

- A falta do estabelecimento de conexões. Os agentes envolvidos em ambas as áreas precisam usar o processo criativo para criar estratégias e oportunidades a serem desenvolvidas conjuntamente. Um caminho real é a atividade de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais integradamente. Mas existem várias alternativas as quais podem ser diluídas seja no ensino, na pesquisa ou na extensão.

Os acadêmicos se não convivem com um ambiente de integração, naturalmente, irão desencadear práticas repetidoras de isolamento e de distanciamento de áreas em outras oportunidades. Em decorrência disso, há uma grande probabilidade de continuidade na formação idêntica à que se assiste entre os projetistas – engenheiros e designers industriais – desencadeando outra geração de profissionais descomprometidos com a integração das áreas. Sabe-se que em países industrializados e de forte tradição em inovação ou desenvolvimento tecnológico essas áreas possuem uma vastidão de conexões superiores ao Brasil, conforme exemplo verificado no currículo do curso holandês *IPO RDAM*, de Roterdã.

Portanto, todos os aspectos mencionados parece terem explicação resumida, inicialmente, em fatores históricos e culturais e evoluíram para fatores estruturais, de gestão e políticos. Ainda, tudo isso pode até ser entendido, mas não se justifica mais se a causa for um modelo educacional que reproduz um modelo cartesiano, o qual já serviu em outros tempos, porém na atualidade parece não se sustentar mais.

4.4.2 Indicativos para uma maior integração entre as áreas de PDP/DIP na academia

A partir da coleta de dados e do exposto, anteriormente, se pode observar que a academia necessita rever suas práticas, estratégias e ações no que tange proporcionar a integração do ensino entre áreas do conhecimento humano, nesse caso, em especial, àquelas relativas à projeção e ao Processo de Desenvolvimento de Produtos ou Desenvolvimento Integrado de Produtos, conforme Pei, Campbell e Evans (2010).

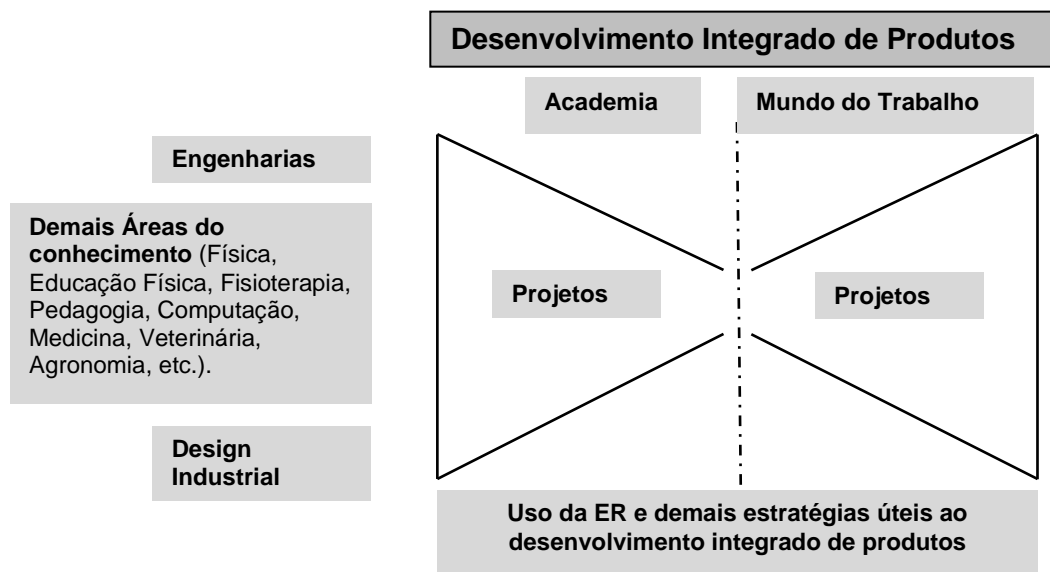
Modelos cartesianos estão sendo suplantados por modelos holísticos em diversas áreas do conhecimento humano. Assim, o desenvolvimento de produto e seus desdobramentos correlacionados à projeção devem ser desencadeados sem mais isolamentos conforme a Figura 241.

No âmbito da Pesquisa e da Extensão, os gestores carecem estruturar os projetos com temáticas integradas onde cada área, dentro de sua competência, insira-se naturalmente acolhendo os acadêmicos de diversas formações. Desse modo, a estruturação dos projetos, quer seja de Pesquisa quer de Extensão, devem simular problemas de grande complexidade e multifatoriais, similarmente aos encontrados pelas equipes de PDP ou DIP, reproduzindo as equipes mistas do mundo do trabalho, corroborando-se com Panek et al (2013).

No âmbito do Ensino, existem várias possibilidades de implementações integradoras. As atividades de formação complementar tais como jornadas acadêmicas, simpósios, seminários, oficinas e *workshops*, congressos, palestras, estágios dentre outras. podem ser estruturadas integradamente. Espaços pedagógicos como laboratórios, salas de desenho, de projetos, de computação, de prototipagem, de testes ou ensaios e, assim, por diante, podem ser socializados.

Projetos similares a empresas juniores, incubadoras tecnológicas, escritórios acadêmicos de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, de inovação tecnológica ou de marcas e patentes também podem ser transformados em espaços comuns às áreas de interesse. As próprias grades ou matrizes curriculares possuem várias disciplinas que permitem a integração de áreas complementares, principalmente, às de cunho projetual. Os inúmeros concursos realizados em nível nacional ou internacional permitem do mesmo modo essa integração de áreas, como são os casos do *SAE Brasil*, do *Mini Baja*, da *Alcoa Alumínio*, da *Volkswagen*, da *Air Bus* entre outros.

Figura 241: Modelo de Ensino Projetual para Desenvolvimento Integrado de Produtos.



Fonte: O autor

Como exemplo ilustrativo do quanto à integração de áreas ocorre de modo precário e como reverter essa realidade na academia refere-se à adoção das estratégias envolvendo empreendedorismos na academia. Partindo-se do cenário fictício de uma instituição "x" ofertar determinados "n" cursos, exercita-se o que o design industrial e as engenharias podem fazer por cada área. Por exemplo: o que o design industrial pode fazer pela física, pela pedagogia, pela medicina, pela mecatrônica, vice-versa, e assim, sucessivamente. Essas informações precisam ser veiculadas e chegarem às demais áreas da instituição para que se conheçam melhor entre si, suas características e potencialidades de integração. Há muito desconhecimento, na própria academia do potencial de integração entre elas.

Enfim, como se pode constatar existem várias alternativas viáveis para provocar uma revolução no ensino e na preparação dos profissionais voltados ao desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais. Para isso, outras mudanças culturais e quebra de paradigmas se tornam necessárias fazer desde aquelas contidas no nível dos docentes passando pelas coordenações dos cursos até atingir a cúpula das Instituições de Ensino Superior.

4.4.3 A Engenharia Reversa como estratégia inovadora e integradora de áreas

Conforme visto, nos inúmeros exemplos relatados, do passado e do presente, acerca da ER pode-se verificar a sua potencialidade na geração de conhecimento, de inovação e de integração de métodos e esforços advindos de campos diferentes, no caso, salientado ao design industrial e às engenharias.

O emprego de várias técnicas analíticas de produtos e de artefatos industriais, de processos, e de sistemas, por exemplo, por intermédio das tecnologias tradicionais – métodos e instrumentos físicos, mecânicos, analógicos e manuais – e mais, recentemente, do uso das novas tecnologias – prototipagem e manufatura rápida, aditivas e subtrativas, digitalização 3D, realidade virtual, realidade aumentada e holografia – carregam consigo elementos de forte integração entre as engenharias, a computação e o design industrial os quais precisam ser explorados em sua plenitude durante os espaços e tempos ofertados.

Durante a aplicação do questionário na academia houve a pergunta sobre o conhecimento da ER entre os respondentes. Percebeu-se que a grande maioria, cerca de 75%, como mostra o Gráfico 12 anteriormente, afirmou conhecer a estratégia, embora em níveis diferenciados, do mais superficial ao mais aprofundado. Na questão seguinte, perguntou-se se já havia adotado alguma técnica de ER durante a vida profissional e nomeasse qual. Foram mencionadas as seguintes: Desmontagem; Identificação de sistema caixa preta; Provimento de código de alto nível a partir de código de baixo nível (linguagem de máquina); Análise de produtos e processos; Ferramenta CAD; Tipos de sistemas de uniões, acabamentos e componentes; Montagem; Leadtime; Análise de similares e concorrentes; Motoredutores orbitais; LCA; Logística reversa; Modelagem 3D a partir de pontos no espaço, Digitalização 3D e Análise de Valor.

Tais técnicas mencionadas somente corroboram a hipótese do quanto o uso das técnicas analíticas de produtos, de processos e de sistemas são relevantes para as diversas áreas. Incluem-se também nesse rol as técnicas analíticas e o método de trabalho do LABDIER/UFPE/CAA, demonstrado em estudo de caso, ou de outros projetos existentes em andamento ou finalizados.

Portanto, a ER também se constitui por um método integrador de áreas semelhante à *engenharia simultânea* e à *engenharia concorrente* como atestaram Morris (2010) e Romeiro Filho (1996), respectivamente.

Acrescente-se o fato encontrado de que a expressão *engenharia reversa* tem sido adotada na literatura estrangeira para designar também demais estudos investigativos em meios naturais ou biológicos, aproximando-se, portanto, da *Biônica* – área de estudos e pesquisas realizadas com estruturas da natureza para aplicações tecnológicas e projetuais; distintamente, da aplicação tão comum com as áreas tecnológicas como se imaginava inicialmente.

Algumas dessas técnicas, de acordo com suas características são mais apropriadas para determinadas áreas ou assuntos; para determinadas aplicações ou finalidades, mas todas apontam para o indício da ER como fortaleza e fonte inesgotável de obtenção de conhecimento passíveis de inovação científica e tecnológica. O rol de técnicas analíticas para se investigar produtos, processos ou sistemas pode ser bastante extenso, algo que nos força e induz a buscá-las nas outras áreas do

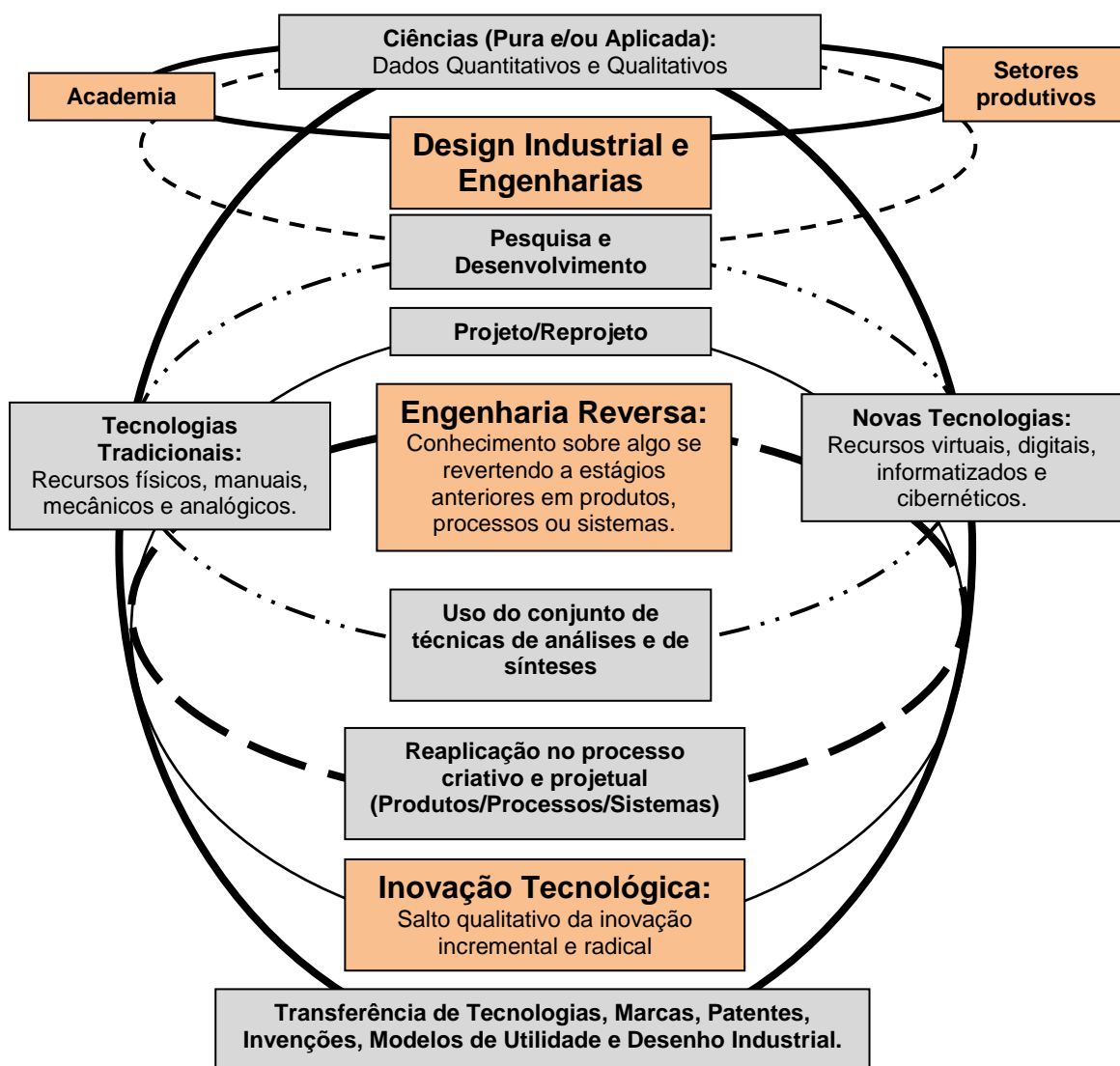
conhecimento e adaptá-las às necessidades específicas. Isso exige, no mínimo, contato, curiosidade, interesse e predisposição para integrar áreas e saberes distintos.

À luz dos conhecimentos adquiridos durante o processo de doutoramento pode-se formular uma conceituação, no campo do Design Industrial, sobre e como a ER pode ser melhor compreendida por estes profissionais, conforme, a seguir: *a aplicação de um método sistematizado a partir do uso de técnicas analíticas (de produtos, processos e /ou sistemas), cuja coleta de informações pode ser obtida por meio de tecnologias tradicionais (manuais, mecânicas, analógicas e físicas) combinadas, ou não, com as novas tecnologias (virtuais e digitais), em busca de atingir níveis de dados qualitativos e/ou quantitativos passíveis de provocar mudanças no estado da arte.* Por intermédio dessa compreensão as demais subáreas do design – moda, gráfico e interior – podem, também, serem beneficiadas com suas técnicas e arcabouço metodológico.

Um dos objetivos específicos do presente estudo apontou para a geração de um *Modelo Conceitual abordando a ER* como integração e aplicação no campo do design industrial e das engenharias. Intencionalmente, evitou-se em propor um método, simplesmente por já existirem métodos clássicos e eficientes que adotam a ER, tal como o de Otto e Wood (1998). Portanto, acredita-se que um modelo conceitual sirva para apontar diretrizes passíveis de adoção pelo design industrial, engenharias e demais áreas durante o processo de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais de modo integrado.

O *Modelo Conceitual* proposto, *da Aplicação da ER para a Inovação Tecnológica*, como ilustra a Figura 242, pode ser compreendido da seguinte maneira: As Ciências Puras e Aplicadas (fontes originais do conhecimento científico) podem gerar dados quantitativos e qualitativos. A academia e os setores produtivos integrados, conduzidos pelo Design Industrial e pelas Engenharias, realizam por sua vez pesquisas e projetos adotando-se tecnologias tradicionais e as novas tecnologias, combinadas com métodos de ER e técnicas de análises e sínteses de conhecimentos adquiridos. As informações coletadas são reaplicadas nos processos criativo e projetual de produtos, de artefatos industriais, processos e sistemas gerando a inovação tecnológica nos níveis incremental ou radical. Isso pode desencadear aplicações de Transferência de Tecnologias, Marcas, Patentes, Invenções, Modelos de Utilidade e Desenho Industrial entre outras.

Figura 242: Modelo Conceitual da Aplicação da ER para a Inovação Tecnológica.



Fonte: O autor

4.4.4 Contribuições adicionais: reformulações curriculares

Outro aspecto a ser considerado trata da dualidade entre generalismo *versus* especialidade. As mais recentes DCNs na área de Design, estipuladas pelo MEC apontam para uma tendência de adoção do generalismo nas grades curriculares de Design do país.

Este é um tema controverso e tem gerado discussões pró e contrárias, pois traz ganhos em determinados caminhos, mas produziu perdas irreparáveis em outros campos. Certamente, tal discussão aprofundada não foi feita nesse estudo, mas evidenciou-se aqui um aspecto de que carece ser salientado. A ascensão do generalismo enfraquece as especialidades. Dentre as especialidades, o design industrial talvez tenha sido a mais prejudicada, pois se abriu “mão” de conteúdos intrínsecos à atividade de desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais, dos diversos segmentos industriais seriados para se dar conta de um processo formativo generalista.

A formação generalista parece auxiliar na redução dos mercados saturados quando se investe em uma região apenas um tipo de especialidade. No entanto, o mercado, as empresas e o mundo do trabalho continuam contratando profissionais com excelência e experiência projetual dentro das suas especialidades. Por exemplo, uma indústria de móveis necessita de alguém com projetos na área de móveis. Igualmente, a indústria automobilística seleciona um designer industrial com comprovação em projetos de automóveis e, assim, sucessivamente. Um dos argumentos escutados no meio é que essa especialidade se faça na pós-graduação, contudo, do universo de egressos, um percentual pequeno tem intenção de continuar seus estudos com pós-graduação. A grande maioria precisa trabalhar tão logo se gradue, aliás, esse é o desejo de fazer uma graduação de boa parte da sociedade: formar-se e poder trabalhar.

Acredita-se que a proposta de uma graduação generalista não deva ser excluyente de uma especialista. O design industrial, em sua plenitude, por si só carrega um generalismo intrínseco devido à quantidade de campos de atuação – eletrodomésticos, mobiliários, brinquedos, eletrônicos, equipamentos médico-hospitalares, equipamentos de trabalho, automobilístico dentre outros. Fato esse que necessita de uma formação condizente com a complexidade dos seus fenômenos.

A própria realidade atual do país pede isto, pois diferentemente de cinquenta anos atrás, quando se deu a criação dos primeiros cursos de design industrial no Brasil, atualmente, há mais indústrias, tecnologias, parques tecnológicos, pesquisas e conhecimento científico, P&D, patentes e registros de DI, competitividade e inovação, segmentos de mercados e, assim, por diante. Portanto, o design industrial no Brasil precisa voltar a ter seu reconhecimento e valorização. Desse modo, o primeiro passo a ser dado deve partir dos órgãos competentes, da legislação, do ensino e da profissionalização, como por exemplo, das próprias DCNs para que as instituições possam ofertar seus cursos novamente com design industrial. Tem-se acompanhado, em decorrência das novas DCNs, quanto às avaliações e renovações de cursos na área do design, um processo de extinção dos cursos e formação em design industrial no país, como mostra a Figura 46 e o Quadro 08.

Isso representa um equívoco, pois o país, mais do que nunca, está carecendo desse profissional com o perfil do antigo desenhista industrial para contribuir com os novos tempos.

Outro aspecto salientado quanto aos rumos do ensino generalista em design adotado no Brasil diz respeito ao fato que se deve aprender com as áreas mais antigas, tradicionais e estabelecidas, ou seja, aquelas as quais já passaram por dificuldades similares. Uma delas é a própria engenharia. Conforme visto na revisão literária, as engenharias atuavam no Brasil de modo generalista e, inteligentemente, quando se percebeu que seria impossível um profissional dar conta da complexidade dos fenômenos que estavam surgindo na área em meados do século XX criou-se a formação por especialidade, por exemplo, mecânica, civil, elétrica e produção.

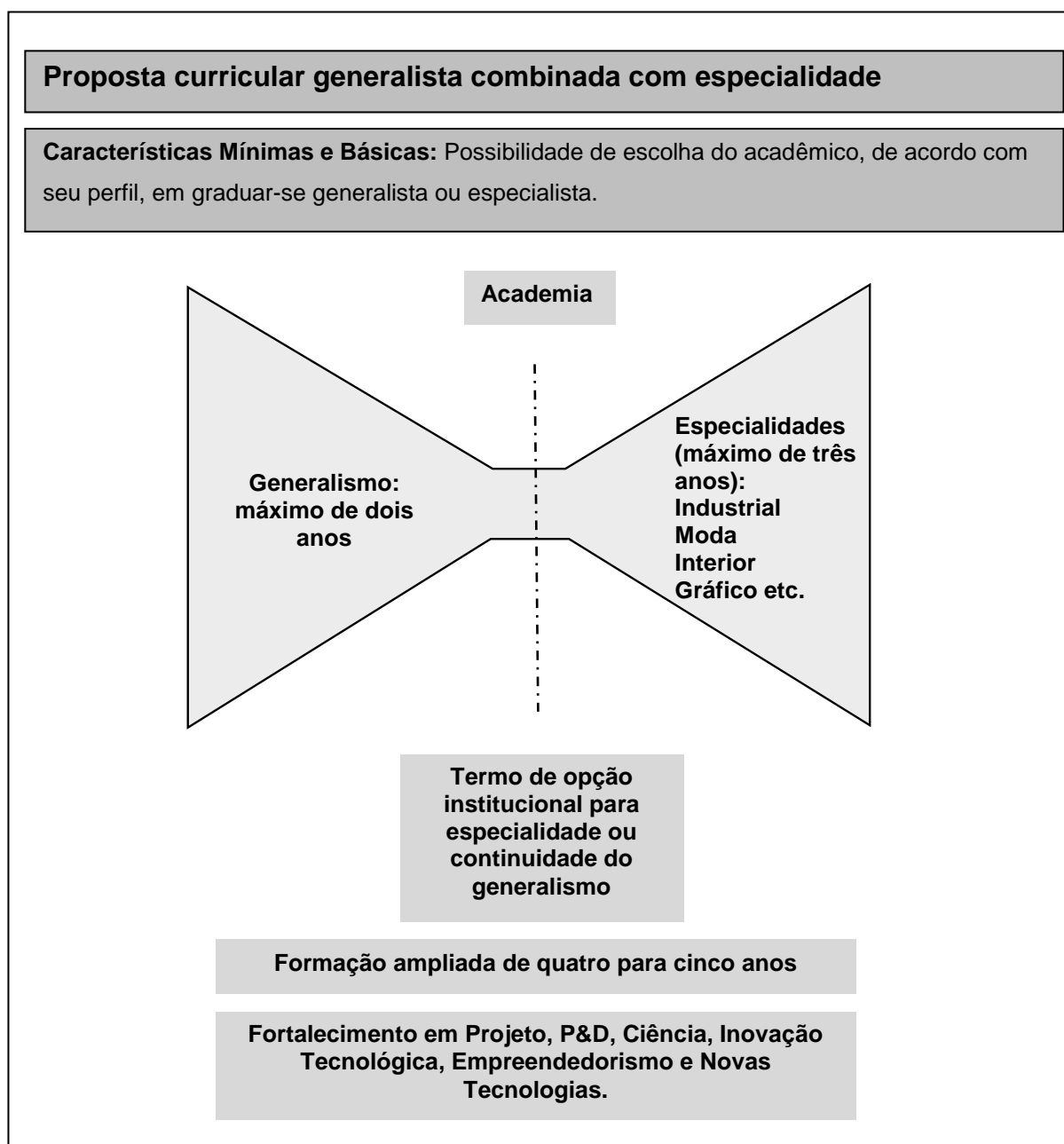
A área do design está passando pelo mesmo fenômeno, ou seja, atualmente, são muitos, diversos e complexos os ramos da área. É bem verdade que não se pode mais graduar-se exclusivamente em projeto de produto e comunicação visual como nos primórdios, mas também não se deve imaginar um designer graduado capaz de atuar com competência em tantas áreas distintas e específicas – *web*, moda, produto, interior, gráfico, animação, games – para não citar outras que surgirão ainda.

Indo mais além, proporcionalmente, à evolução dos fenômenos envolvendo design, especificamente, design industrial há que se pensar até a possibilidade de ampliação de tempo de formação para cinco anos, tal como as engenharias no Brasil. As DCNs do bacharelado de design estipulam um mínimo de 2.400 horas, mas não determinam um teto. Há muitos motivos para se justificar a ampliação do tempo de formação, mas optou-se por enumerar apenas um: devido à enorme responsabilidade técnica e social que o design industrial carrega consigo.

Reformulações no ensino projetual são necessárias e imprescindíveis. Há muitos caminhos e alternativas nessa busca: aproximação com o setor produtivo e desenvolvimento de parcerias – empresas, fábricas e indústrias; quebra de paradigmas e mudanças no ensino projetual; inovações incrementais e superficiais ou radicais e profundas, dentre outras. As ilustrações nos modelos das Figuras 243, 244 e 245, respectivamente, demonstram algumas possibilidades de melhoria no ensino projetual e de desenvolvimento de produtos e artefatos industriais.

A primeira proposta curricular, ilustrada pela Figura 243, prima pela manutenção das estruturas curriculares atuais priorizando o generalismo do design. A inovação ocorre pelo acréscimo de uma especialidade de três anos, de acordo com o desejo e perfil do acadêmico, após dois anos de generalismo. As opções são moda, gráfico, produto ou interiores. Outra novidade diz respeito à oferta de desenvolvimentos e projetos, P&D, ciência, inovação tecnológica, empreendedorismo e novas tecnologias, entre outras.

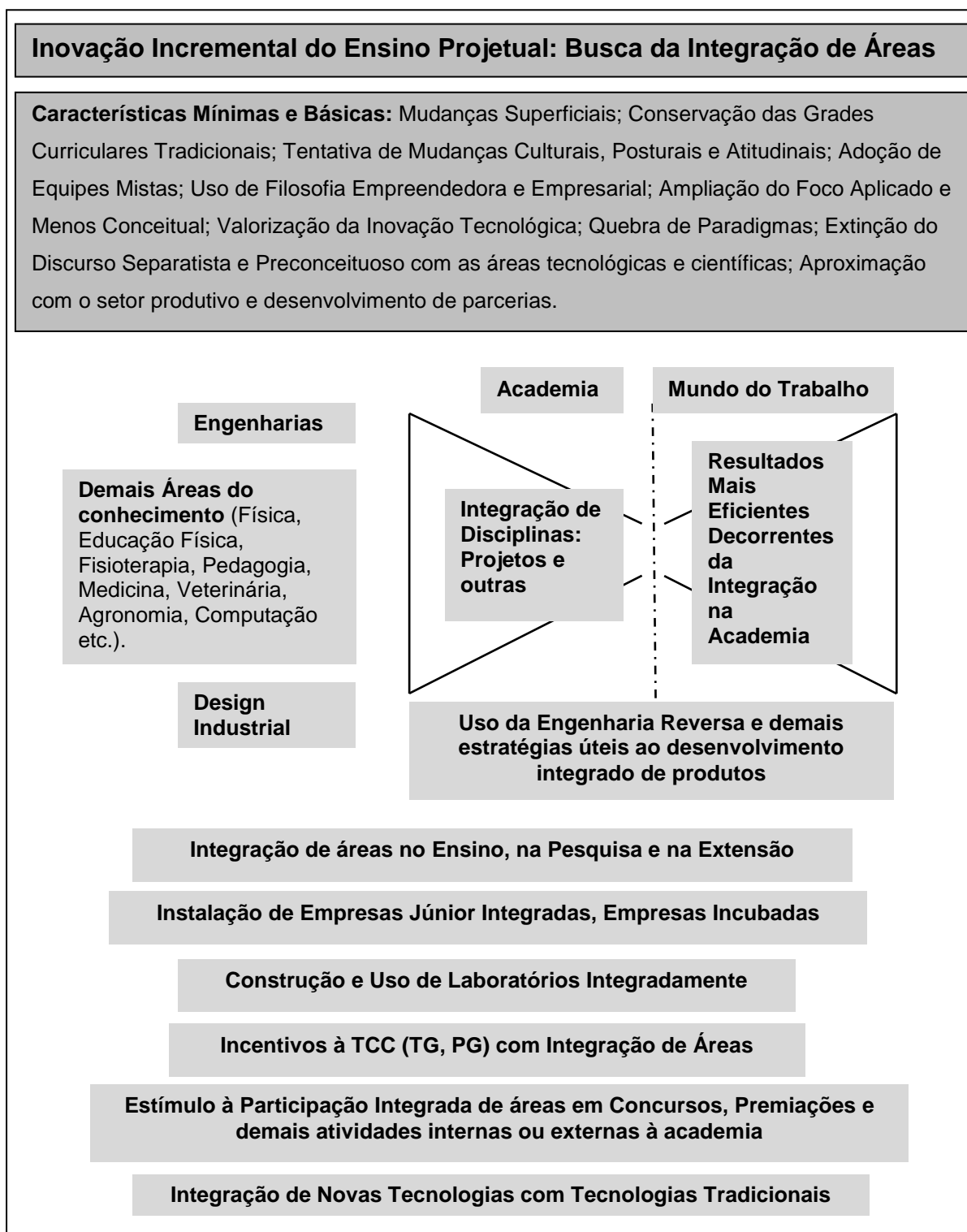
Figura 243: Manutenção de generalismo combinada com especialidade na área projetual.



Fonte: O autor

A segunda proposta curricular, representada pela Figura 244, propõe uma inovação para o design no âmbito incremental. Ocorrem mudanças superficiais com tentativas de quebra de paradigmas e padrões culturais vigentes. As integrações entre as diversas áreas da academia e do setor produtivo que lidam com o desenvolvimento de produtos ocorrem efetivamente no Ensino, na Pesquisa e na Extensão. Os métodos e estratégias de ER podem ser requeridos para alcançar os saltos inovadores. Proposta de um curso aplicado e menos conceitual priorizando o uso de equipes mistas empreendedoras, dentre outras características.

Figura 244: Proposta de inovação incremental no ensino projetual.



Fonte: O autor

A terceira e última proposta curricular, verificada pela Figura 245, rompe com as estruturas curriculares e padrões vigentes para o design no Brasil. Propõe-se a criação de uma nova área, livre da perpetuação dos vícios existentes em ambas as áreas do design e das engenharias. Por exemplo, pode-se denominar um novo departamento por Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) e um

novo curso de Design Industrial e Engenharia do Produto, ou denominação similar. Nessa proposta, todas as inovações apontadas nos modelos anteriores podem ser combinadas e introduzidas a ela. Os acadêmicos estarão mais bem preparados para atender ao projeto de artefatos e desenvolvimento de produtos industriais, ciência e inovação tecnológica uma vez que recebem uma formação fortalecida tanto com design industrial quanto das engenharias.

Figura 245: Proposta de inovação radical no ensino projetual.



Fonte: O autor

5. CONCLUSÃO

O presente estudo constituiu o término de um longo ciclo investigativo o qual perdurou cerca de duas décadas contempladas pela graduação, mestrado e doutorado. De sorte, que deu início a outro ciclo profissional contendo desdobramentos futuros sobre aspectos abordados nesse momento.

O término desse processo bastante complexo, justificado pela investigação e combinação de áreas e assuntos tão vastos, mas engrandecedor sem negligenciar a fascinante temática da Engenharia Reversa, demonstra a necessidade da concretização de algumas comprovações verificadas.

Retomando questões iniciais aviltadas na Introdução desse estudo se mostram pertinentes para discorrer alguns elementos conclusivos:

Primeiro, quanto à delimitação do problema: De que maneira a ER, com todo seu arcabouço metodológico teórico-científico, pode contribuir com a integração entre as engenharias e o design industrial durante a projeção de produtos e de artefatos industriais na academia e no setor produtivo?

Segundo, quanto à tese central do estudo a qual apontava para o grau de relevância e originalidade da temática e da contribuição mútua entre as áreas do direito industrial, das engenharias e do design industrial todas norteadas pela integração da ER.

Terceiro, quanto às três hipóteses levantadas no início do estudo de que: a) a ER possui instrumentação técnica e metodológica integradora de áreas; b) as técnicas e estratégias da ER são válidas e pertinentes para o projeto de produtos e artefatos industriais por parte da atividade do design industrial; e, c) é possível, no Brasil, distintas áreas atuarem durante o desenvolvimento de produtos e artefatos industriais de modo mais integrado e interdisciplinarmente.

Pode-se constatar que a resposta ao questionamento bem como a comprovação da veracidade das acepções surgem com os depoimentos colhidos na academia e nos setores produtivos, durante a visitação aos espaços elencados dos estudos de casos, com as experimentações usando-se de técnicas da ER, além da revisão literária. Estas questões se mostraram mais fortalecidas ainda, principalmente, a partir dos insumos que o design industrial ganhou com essa abordagem.

A integração entre design industrial e engenharia já ocorre de fato em modelos de ensino estrangeiros e nos ambientes extramuros da academia. No Brasil, uma ou outra tentativa interdisciplinar esporádica na academia parece apontar ou insurgir nesse sentido, mas ainda de modo bastante incipiente, carecendo de ampliação e multiplicação de esforços.

A diversidade de segmentos analisados – transportes coletivos, aviação, eletrodomésticos, equipamentos médico-odontológicos, parque tecnológico, agências e estúdios de design e engenharia – embora houvessem outros não contemplados nesse estudo devido a determinadas limitações serviram para atestar que a ER está presente, em diferentes níveis e formas. Algumas empresas adquirem produtos da concorrência para se pesquisar; outras atuam com digitalização 3D aliada às tecnologias aditivas e subtrativas; montam e desmontam produtos; outras, ainda, adotam tecnologias mais avançadas como a realidade virtual e a realidade aumentada para realizarem conjuntos de técnicas analíticas e de simulação e, assim, por diante. Enfim, a atividade de design

industrial, da engenharia e do desenvolvimento integrado de produtos vale-se indubitavelmente de técnicas e métodos de ER.

Tudo isso remete ao atendimento do objetivo principal da tese, ou seja, “estudar a ER como um instrumento metodológico que possibilite a integração entre as áreas responsáveis pelo projeto e desenvolvimento de produtos e de artefatos industriais – engenharias e o design industrial – nos setores produtivos, mas principalmente no meio acadêmico”.

Quanto aos objetivos específicos elencados acredita-se ter percorrido cada um deles contribuindo decididamente para as contribuições efetivas do estudo. Ao contrário do que se esperava inicialmente, estudar a ER, compreender sua evolução juntamente com as engenharias, serviu para transportar exemplos e experiências de sucesso de áreas mais antigas que o design industrial e factível de implementação e melhorias no ensino e na profissão do designer industrial.

A conclusão desse estudo apenas oferece a abertura de “novas portas” no universo fascinante da ER e sua contribuição ao design industrial. Novas parcerias estarão sendo construídas na academia como a que se inicia entre o curso de Design (Laboratório de Design Industrial e Engenharia Reversa – LABDIER – e as Engenharias, do Centro Acadêmico do Agreste, na Universidade Federal de Pernambuco – Laboratório de Sistemas Construtivos, Laboratório de Física e Laboratório de Química, pertencentes ao Núcleo de Tecnologia. Outras, ao longo do tempo, estarão se concretizando na tentativa de aproximar a academia dos setores produtivos associados com o desenvolvimento e projeto de produtos e de artefatos industriais.

O Ministério da Educação (MEC) pode se valer desse estudo para rever, planejar, reformular e desencadear novas e atualizadas Diretrizes Curriculares Nacionais que priorizem aspectos de inter, trans e multidisciplinaridade entre as áreas relacionadas com o desenvolvimento de produtos e artefatos industriais, em especial, para os cursos de Design e de Engenharias. Do mesmo modo, as instituições de ensino superior, docentes e pesquisadores da área projetual e demais áreas correlatas também poderão se valer desse estudo para qualificar suas estruturas curriculares.

Um grande desafio, talvez um dos maiores, no que tange à implantação de uma nova área integrando design industrial e engenharias, áreas responsáveis pelo desenvolvimento de produtos e artefatos industriais, durante o ensino projetual no Brasil, pode ser detectado junto ao CREA, uma vez que este órgão profissional, embasado em sua regulamentação interna, pode apresentar resistências ou rejeição à este modelo educacional integrado. Porém, isso pode ser apenas uma especulação, pois se acredita que o CREA também se preocupa e acompanha de perto as mudanças na sociedade estando aberto e sensível às questões socioculturais, econômicas, tecnológicas, científicas, dentre outras, estando passível à reformulações e readequações regimentais.

Os novos desafios e as responsabilidades certamente aumentarão com o passar dos obstáculos e das iniciativas realizadas também por outros pesquisadores desse momento em diante. Portanto, mudanças na cultura e na educação projetual da academia se mostram desejáveis para se acompanhar as transformações já ocorridas e vivenciadas na sociedade. Essa transformação exigirá tempo, ações e coragem para romper padrões e modelos vigentes: literalmente, uma reengenharia se fará necessária ocorrer nos modelos de ensino projetual no Brasil, quer seja na pós-graduação, mas, sobretudo, durante a graduação.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, J. H. A.; LÓPEZ, L. M. *Holografía básica*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2004. Disponível em: <<http://www.libros.publicaciones.ipn.mx/PDF/1495.pdf>> Acesso em 22.03.2013
- AHN, D-G. et al. Rapid prototyping and reverse engineering application for orthopedic surgery planning. In *Journal of Mechanical Science and Technology (KSME Int. J.)*. Vol. 20, n. 1, pp. 19-28, NuriMedia Co. Ltd., 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02916196>> Acesso em 03.04.2013
- ALENCAR, F. A. R. *Concepção e implementação de um scanner 3D para ensino e aprendizagem*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2010. Disponível em: <<http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000177622>> Acesso em 30.03.2011
- ALENCAR, F. de et al [Orgs.]. Solidworks: uma abordagem pedagógica para o Design. In *Ensaio em Design: arte, ciência e tecnologia*. Bauru, SP: Canal 6, 2010.
- ALENCAR, F.; BÁRTOLO, P. J.; RODRIGUES, O. V. Análise comparativa entre o design de um modelo CAD e modelos obtidos por processos aditivos de fabricação, empregando digitalização ótica. In *VI CIPED Congresso Internacional de Pesquisa em Design*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2011.
- ALENCAR, F. de; RODRIGUES, O. V. [Orgs.]. Projeto de criação e implantação do CADEP/UNESP. Bauru: FAAC/UNESP, 2009.
- ALMEIDA, G. L. de. *Avaliação comparativa das tecnologias de prototipagem rápida*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil/COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=117297> Acesso em: 04.04.2011
- ALVES, L. B. *Análise da utilização do technology roadmapping como meio de seleção de produto de referência para a engenharia reversa*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2010. Disponível em: <<http://juno.unifei.edu.br/bim/0037511.pdf>> Acesso em: 08.06.2011
- ARAÚJO, M. C. M. *Uso de técnica de engenharia reversa para reconstrução tridimensional de fósseis através de fotografias*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2010. Disponível em: <<http://www.coc.ufrj.br/index.php/dissertacoes-de-mestrado/110-2010/1547-marcos-coutinho-monnerat-araujo#download>> Acesso em: 01.06.2012
- ASHBY, M. F. *Materials selection in mechanical design*. 3 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2005. Disponível em: <<http://jpkc.fudan.edu.cn/picture/article/255/1c/8c/8a256ed84a98beafbd225ea6936e/43f6d2e4-9479-4872-9970-f70754fce954.pdf>> Acesso em: 09.08.2013
- _____.; JOHNSON, K. *Materials and design: the art and science of material selection in product design*. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2002.
- AZEVEDO, E.; CONCI, A. *Computação gráfica: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- BACK, N. et al. *Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem*. Barueri (SP): Manole, 2008.
- BACKX, H. B.; MAGALHÃES, C. F. de. Design e o sistema legal de proteção das criações. In: *10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D Design 2012*. São Luís: UFMA, 2012. p.01-14
- BARBOSA, R.; ALENCAR, F. de. Design e prototipagem: conhecimento e uso da prototipagem digital no design brasileiro. In *Anais do IX Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. São Paulo: AEND-BR/Blücher/Universidade Anhembi Morumbi, p. 5845-58, 2010. Disponível em: <<http://blogs.anhembi.br/congressodesign/anais/artigos/70427.pdf>> Acesso em: 02.04.2011
- BARBOSA, R. *Design e prototipagem: conhecimento e uso da prototipagem digital no design brasileiro*. Dissertação de apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Faculdade de

- Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru: UNESP, 2009. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056082P0/2009/barbosa_rt_me_bauru.pdf> Acesso em: 02.04.2011
- BARROSO NETO, E. [Org.]. *Desenho industrial: desenvolvimento de produto – oferta brasileira de entidades de projeto e consultoria*. Brasília: CNPq, 1982.
- BÁRTOLO, P.; MATEUS, A. *O estado da arte dos processos aditivos de prototipagem rápida: introdução*. Revista O Molde, Marinha Grande/Portugal, p.39-46, jun. 2002.
- BATALHA, M. O. [Org.]. *Introdução à engenharia de produção*. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- BATISTA, W. B. *Por uma teoria crítica do desenho industrial ou design*. Campina Grande, EDUEFG, 2012.
- BAXTER, M. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos*. Tradução de Itiro lida. 3ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BENZ, I. E.; MAGALHÃES, C. F. de. Interação entre design de joias e novas tecnologias. In *IX Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. São Paulo: AEND-BR/Blücher/Universidade Anhembi Morumbi, 2010.
- BERTOL, L. C. et al. A digitalização 3D a laser como ferramenta para a customização de armações de óculos. In: *9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.
- BEST, K. *Fundamentos de gestão do design*. Tradução André de Godoy Vieira. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BEYLERIAN, G. M.; DENT, A.; QUINN, B. *Ultramateriales: formas en que La innovación en los materiales cambia el mundo*. Barcelona: Blume, 2008.
- BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L.; BELTRAME, E. A engenharia de produção no Brasil: um panorama dos cursos de graduação e pós-graduação. In *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 29, n.1, p. 11-19, 2010. ISSN 0101-5001. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/download/81/61>> Acesso em 20.09.2013
- BLACK, J. T. *O projeto da fábrica com futuro*. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- BLANCHFIELD, D. S. [Org.]. *How products are made*. v.7. Farmington Hills: Gale Group, 2002.
- BOMFIM, G. A. Fundamentos de uma teoria transdisciplinar do design: morfologia dos objetos de uso e sistemas de comunicação. In *Revista Estudos em Design*, Vol. V, n.2, dez. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 1997.
- _____. *Desenho Industrial: proposta para reformulação do currículo mínimo*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1978.
- _____. *Metodologia em desenvolvimento de projetos*. João Pessoa: UFPB, 1995.
- BONSIEPE, G. *Design: do material ao digital*. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997.
- _____. [Org.] et al. *Metodologia experimental: desenho industrial*. Brasília: CNPq, 1984.
- _____. *Design: como prática de projeto*. São Paulo: Blücher, 2012.
- _____. *Design, cultura e sociedade*. São Paulo: Blücher, 2011.
- BOWMAN, D. et al. *3D user interfaces: theory and practice*. Boston: Addison-Wesley/Education Pearson, 2005.
- BRAGA, M. C. G. *Diretrizes para o design de mídias em realidade aumentada: situar a aprendizagem colaborativa online*. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Centro Tecnológico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/99269/304182.pdf?sequence=1>> Acesso em: 10.04.2013

- BREFE, M. L. P. *Estudo sobre a integração entre design industrial e engenharia no processo de desenvolvimento de produtos em empresas brasileiras de pequeno porte*. Dissertação de Mestrado Apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18146/tde-08052009-100252/es.php>> Acesso em 08.06.2013
- BRUJIC, D. et al. Fast and accurate NURBS fitting for reverse engineering. In: *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 54:691-700. London: Springer-Verlag, 2011. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/826/art%253A10.1007%252Fs00170-010-2947-1.pdf?auth66=1384533689_0f3a7faad40d353d08146630858ffe00&ext=.pdf> Acesso em: 05.06.2013
- BUCCIARELLI, L. L. *Designing engineers*. Massachusetts/Cambridge: MIT Press, 2002.
- BÜRDEK, B. E. *Design: historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- _____. *Diseño: história, teoria e prática do design de produtos*. Tradução de Freddy Van Camp. São Paulo: Blücher, 2010.
- CALMETTES, J. M. *Best of 3D: virtual product design*. Barcelona: Monsa, 2005.
- CANCIGLIERI JÚNIOR; O.; SELHORST JÚNIOR, A.; IAROZINSKI NETO, A. Análise comparativa entre os processos de prototipagem rápida por deposição ou remoção de material na concepção de novos produtos. In *XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu/PR, 2007. Disponível em: <<http://www.grima.ufsc.br/cobef4/files/121001084.pdf>> Acesso em: 04.09.2011
- CANHOTA JÚNIOR, A. J. S. et al. *Engenharia Reversa*. Trabalho de Graduação em Ciência da Computação Informática I pela Universidade Federal Fluminense. Niterói: UFF, 2005. Disponível em: <http://www2.ic.uff.br/~otton/graduacao/informatical/apresentacoes/eng_reversa.pdf> Acesso em: 11.03.2011
- CARÁ, M. S. *Do desenho industrial ao design no Brasil: uma bibliografia crítica para a disciplina*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo: FAUUSP, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-03032010-101037/pt-br.php>> Acesso em: 13.04.2013
- CARVALHO, M. M. de. Qualidade. Capítulo 4. In Batalha, M. O. [Org.]. *Introdução à engenharia de produção*. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, pp. 53-77.
- CATÁLOGO PARQTEC/SEBRAE/SP - Design e engenharia para o aumento da competitividade das MPE's paulistas: resultado do Convênio ParqTec/Sebrae-SP. v. 2, São Carlos (s.d.).
- CHAPLIN, C. (1936). *Tempos Modernos*. Nova York: United Artists, 1936.
- CHING, F. D. K. *Representação gráfica em arquitetura*. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- CHING, F. D. K.; JUROSZEK, S. P. *Representação gráfica para desenho e projeto*. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- COCIAN, L. F. E. *Engenharia: uma breve introdução*. Canoas: ULBRA, s.d. Disponível em: <<http://engeducs.files.wordpress.com/2011/08/engenharia-uma-breve-introduc3a7c3a30-cocian-l-f-e.pdf>> Acesso em: 17.03.2014.
- COELHO, T. M. *Logística reversa no Brasil: proposta de um sistema de retorno de embalagem PET*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Bauru. FEB: UNESP, 2010. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056086P6/2010/coelho_tm_me_bauru.pdf> Acesso em: 22.10.2012
- CONSALEZ, L. *Maquetes: a representação do espaço no projeto arquitetônico*. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- CONSELHO INTERNACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE DESIGN INDUSTRIAL (ICSID). Disponível em: <<http://www.icsid.org>> Acesso em 21.10.2011.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (1988). Brasília: Secretaria Especial de Editoração e Publicação do Senado Federal, 2010. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_04.02.2010/CON1988.pdf> Acesso em: 10.11.2011.

CÓSER, T. J. *Possibilidades da produção artística via prototipagem rápida: processos CAD/CAM na elaboração e confecção de obras de arte e o vislumbre de um percurso poético individualizado neste ensaio*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Instituto de Artes da UNICAMP. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000771334>> Acesso em: 08.08.2011

CRAIG, A. et al. *Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2009. Disponível em: <http://www.ebook3000.com/Developing-Virtual-Reality-Applications--Foundations-of-Effective-Design_68393.html> Acesso em: 12.04.2013

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto*. 2. Ed. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CROSS, N. *Desenhante: pensador do desenho*. Organização e tradução de Lígia Medeiros. Santa Maria: sCHDs, 2004.

CUNHA, F. C. da. *A proteção legal do design: propriedade industrial*. Rio de Janeiro: Lucerna, 2000.

_____. *A proteção legal do design: marketing e web design*. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

CUNICO, M. W. M. *Estudo de viabilidade de tecnologia de prototipagem rápida baseada em materiais fotopoliméricos extrudados*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <<http://www.ppgem.ct.utfpr.edu.br/dissertacoes/CUNICO,%20Marlos%20Wesley%20Machado.pdf>> Acesso em: 15.05.2011

DECLARAÇÃO DE BOLONHA (1999). Disponível em: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/1999_Bologna_Declaration_Portuguese.pdf> Acesso em: 16.11.2013

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS (1948). Disponível em: <<http://www.oas.org/dil/port/1948%20Declara%C3%A7%C3%A3o%20Universal%20dos%20Direitos%20Humanos.pdf>> Acesso em: 10.11.2010.

DEMO, P. *Introdução à metodologia da ciência*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987.

DE MORAES, D. *Análise do design brasileiro: entre mimese e mestiçagem*. São Paulo: Blücher, 2006.

_____. *Limites do design*. 2 ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

_____. *Metaprojeto: o design do design*. São Paulo: Blücher, 2010.

DENIS, R. C. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

_____. *Uma introdução à história do design*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

_____. *Uma introdução à história do design*. 3 ed. Revista e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

DIAS, A. B. Engenharia Reversa: uma porta ainda aberta. In *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*. Gramado-RS: ENEGEP/ABEPRO, 1997. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T6109.PDF> Acesso em: 30.10.2011

DIETER, G. E. *Engineering design: a materials and processing approach*. 2ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991.

DIRETRIZES CURRICULARES BACHARELADO DESIGN Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces05_04.pdf> Acesso em 18.06.2013.

DIRETRIZES CURRICULARES BACHARELADO ENGENHARIA Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>> Acesso em 18.06.2013.

DOHMANN, M. [Org.] et al. *A experiência material: a cultura do objeto*. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

- DORFLES, G. *Introdução ao desenho industrial: linguagem e história da produção em série*. Coleção Arte & Comunicação. Tradução de Carlos Aboim de Brito. Lisboa: Edições 70, 1989.
- DORNAS, A.; LANA, S. Design como estratégia de desenvolvimento: alguns questionamentos para o design brasileiro. In *9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.
- DRIVER, A. J., PERALTA, C., & MOULTRIE, J. *Exploring how industrial designers can contribute to scientific research*. *International Journal of Design*, 2011, 5(1), p. 17-28. Disponível em: <<http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/viewFile/834/317>> Acesso em: 09.09.2011
- DYM, C. L. *Introdução à engenharia: uma abordagem baseada em projeto*. Tradução João Tortello. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- ECO, U. *Como se faz uma tese*. 14 ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.
- EDWARDS, B. *Desenhando com o lado direito do cérebro*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.
- EILAM, E. *Reversing: secrets of reverse engineering*. Indianápolis: Wiley, 2005.
- ELIAS, F. L. F. Patente de medicamento: a questão do licenciamento compulsório do Efavirenz. Pg. 336-61. s.d. Disponível em: <http://www.cedin.com.br/revistaeletronica/volume4/arquivos_pdf/sumario/art_v4_XII.pdf> Acesso em 20.03.2013.
- EQUIPE LTR [Orgs.]. *Propriedade industrial*. São Paulo: LTr, 1998.
- ERIKSSON, A. et al. Determining interaction rules in animal swarms. In *The International Society for Behavioral Ecology*, da Universidade britânica de Oxford, [Behav Ecol 21:1106–11 (2010)]. Disponível em: <<http://beheco.oxfordjournals.org/>> Acesso em 07.03.2013.
- ESCOBAR, G. Espionagem industrial: o alvo é a propriedade intelectual. In *Desafio 21: a coluna da rede gestão*. Ano 9, n. 49, mar., 2008. Disponível em: <<http://www.informazione4.com.br/cms/opencms/desafio21/artigos/gestao/planejamento/0033.html>> Acesso em 15.05.2013.
- FEDERMAN, S. R. *Patentes: desvendando seus mistérios*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- FERNÁNDEZ, S.; BONSIEPE, G. [Orgs.]. *Historia del diseño en América Latina y el Caribe: industrialización y comunicación visual para la autonomía*. São Paulo: Blücher, 2008.
- FERNEDA, A. B. *Integração metrologia, CAD CAM: uma contribuição ao estudo da engenharia reversa*. Dissertação de mestrado defendida na Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia Mecânica. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-19122001-093341/pt-br.php>> Acesso em: 09.05.2013
- FIELL, C.; FIELL, P. *Design do século XX*. Köln: Taschen, 2001.
- _____. *El diseño industrial de La a A a La Z*. Köln: Taschen, 2001.
- FILHO, R. S. S.; CASTRO, E. B. P. de. Auxílio informatizado ao processo de projeto. In: *O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional*. Ricardo Manfredi Naveiro e Vanderlí Fava de Oliveira [Orgs.] Juiz de Fora: UFJF, 2001.
- FISCHER, A. Multi-level models for reverse engineering and rapid prototyping in remote CAD systems. In *Computer-Aided Design*. 32 (2000) 27–38, ELSEVIER. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448599000810>> Acesso em 21.05.2013.
- FLEURY, A. O que é engenharia de produção? Capítulo 1. In Batalha, M. O. [Org.]. *Introdução à engenharia de produção*. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, pp. 01-10.
- FONTOURA, A. M. A interdisciplinaridade e o ensino do design. In *Projética Revista Científica de Design*. v.2, n.2, Dezembro. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011. PP.86-95. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/download/8855/9264>> Acesso em: 13.06.2013
- FORTI, F. S. D. *Uma Avaliação do Ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ,

2005. Disponível em:
<http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=3>
Acesso em: 07.08.2012
- FRENCH, T. E. *Desenho técnico e tecnologia gráfica*. 6ª Ed. São Paulo: Globo, 1999.
- GABERT, P. et al. Prédios históricos da UFRGS: tecnologia de digitalização 3D para o desenvolvimento de joias. In: *9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.
- GAY, A.; SAMAR, L. *El diseño industrial en la historia*. Córdoba: TeC, 2007.
- GIMPEL, J. *A revolução industrial da Idade Média*. Reimpressão. Coleção Saber. Porto: Europa-América, 2001.
- GONÇALVES, L. C. C. *Desenho industrial brasileiro? Crítica ao espaço e à forma de atuação*. Curitiba: Editora da UFPR, 1981.
- GONÇALVES, J. B. *Sed quis custodiet ipso custodes? O controle da atividade de inteligência em regimes democráticos: os casos de Brasil e Canadá*. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais, do Instituto de Relações Internacionais, da Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2008. Disponível em:
<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1262/1/TESE_2008_JoanisvalBritoGoncalves.pdf> Acesso em: 11.11.2013
- GOMES, L. V. N. *Criatividade: projeto, desenho, produto*. Santa Maria: sCHDs, 2001.
- _____. *Criatividade e design: um livro de desenho industrial para projeto de produto*. Porto Alegre: sCHDs, 2011.
- _____. *Desenhismo*. 2 ed. Santa Maria: Ed. Da Universidade Federal de Santa Maria, 1996.
- _____. *Desenhando: um panorama dos sistemas gráficos*. Santa Maria: UFSM, 1998.
- _____. *O desenho da cultura material pernambucana: artefatos do período colonial, 1500-1800*. Projeto de pesquisa aprovado no curso de DI/UFPE, Recife, 1991.
- _____. *Princípios para a prática do debuxo*. Santa Maria: CHD, 1994.
- _____.; STEINER, A. A. *Debuxo*. Santa Maria: UFSM, 1997.
- GUIMARÃES, S. S. A proteção legal do design. In: *Aspectos do design II/Textos compilados pelo Serviço Nacional de Aprendizagem*. São Paulo: Senai-SP, 2012.
- GUTIÉRREZ, A. A. et al. *Antecedentes de dibujo*. 3ª Ed. México: Trillas: UNAM, Facultad de Ingeniería, 1990.
- HANNAH, B. *Becoming a product designer: a guide to careers in design*. New Jersey: Wiley, 2004.
- HESKETT, J. *Desenho industrial*. 2 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.
- _____. *Design*. São Paulo: Ática, 2008.
- HIRATA, H.; ZARIFIAN, P. *Força e fragilidade do modelo japonês*. In *Estudos Avançados*, 12(5), 1991, p.173-85. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v5n12/v5n12a11.pdf>> Acesso em: 03.11.2010.
- HOBBSAWM, E. J. *A era das revoluções: 1789-1848*. São Paulo: Paz e Terra, 2003.
- HOELSCHER, R. P. *Expressão gráfica: desenho técnico*. Rio de Janeiro: LTC, 1978.
- HOLTZAPPLE, M. T.; REECE, W. D. *Introdução à engenharia*. Tradução de J. R. Souza. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- HOSNEDL, S.; DVORAK, J.; KOPECKY, M. *Integrated Engineering Design Research and Interdisciplinary Education in cooperation with Industrial Partners*. Disponível em: http://www.iiis.org/CDs2013/CD2013SCI/SCI_2013/PapersPdf/RP215KO.pdf Acesso em: 02.12.2013.
- IGLÉSIAS, F. de A. *A revolução industrial*. Coleção Tudo é História. São Paulo: Brasiliense, 1992.
- IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2 ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Blücher, 2005.

IRIGARAY, H. A. et al. *Gestão e desenvolvimento de produtos e marcas*. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo: Pioneira, 1992.

_____.; GRZYNA, F.M. [Eds.]. *Controle da qualidade handbook: ciclos dos produtos – inspeção e teste*. São Paulo: McGraw Hill, 1992.

KAZAZIAN, T. *Haverá a idade das coisas leves*. Tradução de Eric Roland Rene Heneault. São Paulo: SENAC, 2005.

KINDLEIN JÚNIOR, W.; CÂNDIDO, L. H. A. *Design de produtos e a prática de construção de modelos e protótipos*. Porto Alegre: UFRGS/NDSM, 2009. Disponível em: <http://ftp.unilins.edu.br/leonides/Aulas/Pesquisa%20e%20Desenvolvimento/PESQUISA%20-%20Design%20de%20produto%20e%20a%20pratica%20de%20constru__o%20de%20modelos%20e%20prototipos.pdf> Acesso em: 20.11.2012

KNOLL, W.; HECHINGER, M. *Maquetes arquitetônicas*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

LANA, R. A. Inteligência competitiva: fator-chave para o sucesso das organizações no novo milênio. *In: Revista Inteligência Competitiva*, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 305-327, out./dez. 2011. ISSN: 2236-210X. Disponível em: <www.inteligenciacompetitivarev.com.br/ojs/index.php/rev/.../38> Acesso em 15.04.2013.

LANGELANN, G.; BARRAL, J. *Espionagem industrial*. 2 ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1971.

LARA, A. H. Workshop 4: Técnicas de modelagem digital e engenharia reversa. *In: SIGRaDi 2009 SP, Do moderno ao digital: desafios de uma transição*. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAA-USP, 2009. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/FAU/SIGRADI/WS4.pdf>> Acesso em: 17.04.2013.

LAWSON, B. *Como arquitetos e designers pensam*. Tradução: Maria Beatriz Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEFTEI, C. *Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos*. São Paulo: Blücher, 2009.

LEODORO, M. P. A educação científica pelos artefatos tecnológicos. *In R.B.E.C.T.*, vol. 1, n. 3, set./dez. 2008. PP. 34-49. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbect/article/download/238/210>> Acesso em: 09.08.2013

LEON, E. *IAC - Instituto de Arte Contemporânea: Escola de Desenho Industrial do MASP (1951-1953), primeiros estudos*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade De Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FAU USP, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-03052007-125721/pt-br.php>> Acesso em: 08.04.2013

LIMA, C. B. *Engenharia reversa e prototipagem rápida: estudos de casos*. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia de Fabricação, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas/SP: UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000317205>> Acesso: 03.10.2013

LIMA, M. C de. *Monografia: a engenharia de produção acadêmica*. São Paulo: Saraiva, 2004.

LÖBACH, B. *Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais*. Tradução de Freddy Van Camp. São Paulo: Blücher, 2001.

LUBBEN, R. T. *Just in Time*. Tradução de Flávio D. Seeffen. São Paulo: McGraw Hill, 1989.

LUZ, M. da S.; SANTOS, I. C. dos. Um ensaio teórico sobre a inovação por meio da engenharia reversa. *In XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu, PR, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR630469_0319.pdf> Acesso em: 29.08.2010.

MALDONADO, T. *El diseño industrial reconsiderado*. México/Barcelona: Gilli, 1993.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis*. Tradução de Astrid de Carvalho. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARBACH, D. et al. *Replaying the Evolutionary Tape: Biomimetic Reverse Engineering of Gene Networks*, The Challenges of Systems Biology: In *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1158: 234–245, 2009. Disponível em: <<http://infoscience.epfl.ch/record/114966/files/Marbach%202009%20Ann%20NY%20Acad%20Sci.pdf>> Acesso em: 10.08.2013

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia científica*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MATHIAS, P.; DAVIS, J. [Orgs.] A. *As primeiras revoluções industriais*. Tradução de Hélio Osvaldo Alves. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

MATOS, A. M. C. de. Sociedades e associações industriais oitocentistas: projectos e acções de divulgação técnica e incentivos à actividade empresarial. In: *Análise Social*, vol. xxxi. Évora: Universidade de Évora. 1996. PP.397-412. Disponível em: <<http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223394328U3qlZ4fp0Oe13XD7.pdf>> Acesso: 18.09.2013

MEDEIROS, L. M. S. de. *Desenhística: a ciência da arte de projetar desenhando*. Santa Maria: sCHDs, 2004.

MEDEIROS, L. M. S. de; GOMES, L. A. V. N. *Ideias, ideais e ideações para Design/Desenho Industrial*. Porto Alegre: UniRitter, 2010.

MELLO, R. S. de. *Análise do processo decisório dos métodos de design: a base do processo criativo*. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18294/000728190.pdf?sequence=1>> Acesso em: 11.11.2012

MENEGOTTO, J. L. *O desenho digital: técnica e arte*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

MIGUEL, P. A. C. et al. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de processos*. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus/ABEPRO, 2010.

MIRANDA, R. J. C. de. *Desenvolvimento de um programa didático computacional destinado à geração de códigos de comando numérico a partir de modelos 3D obtidos em plataforma CAD considerando a técnica prototipagem rápida*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MDAD-7VRJ4J>> Acesso em: 14.05.2012

MONTENEGRO, G. A. *A perspectiva dos profissionais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

MOSCATO, A. L. S. et al. Aplicação de técnica de engenharia reversa na geração de um elemento mecânico base para um kit robótica educacional. In *XIV SICITE - Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR*, Volume II. UTFPR: Pato Branco, 2009. Disponível em <http://www.nacamura.com.br/sicite/sicite2009/artigos_sicite2009/277.pdf> Acesso em 02.05.2013.

MONTANHA JUNIOR, I. R. *Sistematização do processo de engenharia reversa de sistemas técnicos*. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica defendida pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95033/291113.pdf?sequence=1>> Acesso em: 23.09.2013

MORRIS, R. *Fundamentos de design de produto*. Tradução de Mariana Bandarra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MOZOTA, B. B. de. *Gestão do design: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MUJALLI, W. B. *A propriedade industrial: nova lei de patentes*. Leme/São Paulo: Editora de Direito, 1997.

MUMFORD, L. *Arte & Técnica*. São Paulo: Martins Fontes, s.d.

- MUNARI, B. *Das coisas nascem coisas*. Tradução de José Manuel de Vasconcelos. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- MURY, L. G. *Uma metodologia para adaptação e melhoria de produtos a partir da engenharia reversa*. Dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3170/000288313.pdf?sequence=1>> Acesso em: 14.05.2011
- MURY, L. G. M; FOGLIATTO, F. S. Adaptação de Produtos para Mercados Diferenciados a partir da Engenharia Reversa. *In: Revista PRODUÇÃO*, v. 11 n. 2, abr. de 2002. PP. 5-22. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v11n2/v11n2a01.pdf>> Acesso em: 28.11.11
- NABUCO, A. [Coord.] *O Brasil da inovação*. São Paulo: Caros Amigos, 2013.
- NASCIMENTO SILVA, D. E. *Projetando produtos sociais*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2009.
- _____. Centro de pesquisas em design industrial e engenharia reversa: produtos, materiais e processos. *In 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D Design 2012*. São Luís: UFMA, 2012.
- _____. *Uma sistematização do processo de desenho projetual com base em estudos da cultura material*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: PPGEP/UFSM, 1998.
- NASCIMENTO SILVA, D. É.; ALENCAR, F. de. O design industrial e as tecnologias aditivas e subtrativas de prototipagem: uma abordagem de engenharia reversa. *In PASCHOARELLI, L. C.; MENEZES, M. dos S. [Orgs.]. Design: análises e reflexões*. Canal 6: Bauru, SP, 2013.
- NASCIMENTO SILVA, D. É.; MENEZES, M. dos S.; PASCHOARELLI, L. C.; ALENCAR, F. de. As novas tecnologias e sua inserção no desenho industrial e na engenharia reversa. *In 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D Design 2012*. São Luís: UFMA, 2012.
- NASCIMENTO SILVA, D. É. et al. Educação e informática na área projetual. *In: IV Congresso Brasileiro de Educação - Ensino e aprendizagem na educação básica: desafios curriculares*. Bauru: UNESP, 2013.
- NASCIMENTO SILVA, D. É.; FARIA, J. R. G. de; RODRIGUES, O. V. Técnicas de engenharia reversa úteis ao design industrial? Uma atividade pedagógica no curso de design da UNOESC/SMO. *In: IV Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação em Design*. Bauru: UNESP, 2013.
- _____. The contribution of augmented reality for industrial design. *In VI CIDI – VI Information Design International Conference*. Set. Recife: UFPE, 2013.
- NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. de. [Orgs.]. *O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional*. Juiz de Fora: UFJF, 2001.
- NAVEIRO, R. M. Engenharia do produto. *In Batalha, M. O. [Org.]. Introdução à engenharia de produção*. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. pp.135-56.
- NEVES, L. F. A. *Aprendizado baseado em problemas, um novo conceito para a formação do designer e a sustentabilidade*. Dissertação de mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial. Bauru: FAAC/UNESP, 2009. Disponível em: <<http://www4.faac.unesp.br/posgraduacao/design/dissertacoes/pdf/leticianeves.pdf>> Acesso em: 25.10.2012
- NIEMEYER, L. Desenvolvimento e Modernismo: implicações para o ensino de design na ESDI. *In Revista Estudos em Design*, Vol. III, n.1, jul. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 1995.
- _____. *Design no Brasil: origens e instalação*. Rio de Janeiro: 2AB, 2007.
- NOGUEIRA, T. B. R. & LEPIKSON, H. A. Um método de engenharia reversa para projeto de produto mecânico aplicado à pequena e média empresa. *In XXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Fortaleza: ENEGEP/ABEPRO, 2006. Disponível em: <http://www.labceo.com.br/bibliografia/archive/files/d-6_7d1c0e51cf.pdf> Acesso em: 05.09.2010.
- NOJIMA, V. L. M. dos S. O papel da universidade na conquista da interdependência. *In Revista Estudos em Design*, Vol. V, n.2, dez. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 1997. p.53-74.

- OTTO, K. N.; WOOD, K. L. Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. *In Research in Engineering Design*. v.10:226–243. London: Springer-Verlag, 1998. Disponível em: <http://www.academia.edu/3435809/Product_evolution_a_reverse_engineering_and_redesign_methology> Acesso em 26.10.2013
- PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering design: a systematic approach*. 2ed. Great Britain: Springer, 1999.
- PANEK, I. C. et al. O desenvolvimento integrado de produto orientado para a tecnologia assistiva e a sustentabilidade. *In IX CBGDP – IX Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*. Set. Natal: UFRN, 2013.
- PARANHOS FILHO, M. *Gestão da produção industrial*. Curitiba: Ibpex, 2007.
- PLANO DE ENSINO E APRENDIZAGEM: Componente curricular análise de produtos industriais do curso de design. Caruaru: UFPE/CAA, 2009. Disponível em: <http://www.ufpe.br/designcaa/images/programas/dind0136-analise_de_produtos_industriais.pdf> Acesso em: 10.09.2011
- PEI, E., CAMPBELL, I.; EVANS, M. *Development of a tool for building shared representations among industrial designers and engineering designers*. Reino Unido: Co Design, 2010. Disponível em: <<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/9758/14/CoDesign%20Paper%20Revised%201j.pdf>> Acesso em: 11.11.2013.
- PENTEADO, R. A. D. *Um método para engenharia reversa orientada a objetos*. Tese de doutorado defendida no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 1996. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-02022009-114503/pt-br.php>> Acesso em: 23.06.2011.
- PERALTA, C. B. da L.; PEREIRA, A. S.; FERREIRA, E. P. Aplicação de um modelo de processo de desenvolvimento de produto para um brinquedo para crianças portadoras de deficiência visual. *In IX CBGDP – IX Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*. Set. Natal: UFRN, 2013.
- PEREIRA, E. J. A. *CAD e engenharia reversa como ferramentas de auxílio na fabricação de cartuchos para próteses ortopédicas*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: UFRN, 2007. Disponível em: <http://btdt.bczm.ufrn.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1764> Acesso em: 25.05.20011.
- PETROSKI, H. *Inovação: da ideia ao produto*. Tradução de Itiro lida e Whang Pontes Teixeira. São Paulo: Blucher, 2008.
- PEVSNER, N. *Os pioneiros do desenho moderno: de William Morris a Walter Gropius*. 3. Ed. Tradução de João Paulo Monteiro. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- PEYRONNET, C. de; WELPLY, M. *Era das revoluções*. Coleção A história dos homens. Tradução de Jorge Campos Tavares. Porto: Lello & Irmão, 1990.
- PHILBIN, T. *As 100 maiores invenções da história: uma classificação cronológica*. Tradução de Flávio Marcos e Sá Gomes. Algés: Difel, s.d.
- PHILLIPS, E. M. & PUGH, D. S. *How to Get a PhD*. UK: Open University Press, 1987.
- PIMENTEL, L. O. *Direito industrial: as funções do direito de patentes*. Porto Alegre: Síntese, 1999.
- PIPES, A. *Desenho para Designers: habilidades de desenho, esboços de conceito, design auxiliado por computador, ilustração, ferramentas e materiais, apresentações, técnicas de produção*. Tradução Marcelo A. Alves. São Paulo: Blucher, 2010.
- PUERTO, H. B. *Design e inovação tecnológica: coletânea de ideias para construir um discurso*. Salvador: FIEB/IEL, 1999.
- _____. Panorama dos programas de incentivo ao design. *In Revista Estudos em Design*, Vol. V, n.2, dez. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 1997.
- QUEIROZ, M. A. L. de; VASCONCELOS, F. C. de. Inovação e imitação na indústria farmacêutica: estratégias empresariais a partir da regulamentação dos medicamentos genéricos. *In REBRAE. Revista Brasileira de Estratégia*. Curitiba, v. 1, n. 1, p. 107-118, jan./abr. 2008. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/>> Acesso em: 17.09.2013.

- QUELUZ, M. L. P. [Org.]. *Design & cultura material*. Curitiba: Ed. UTFPR, 2012.
- RAJA, V.; FERNANDES, K. J. *Reverse engineering: an industrial perspective*. London: Springer, 2008. Disponível em: <<http://www.springer.com/engineering/production+engineering/book/978-1-84628-855-5>> Acesso em: 04.02.2011
- RAULINO, B. R. *Manufatura aditiva: desenvolvimento de uma máquina de prototipagem rápida baseada na tecnologia FDM (modelagem por fusão e deposição)*. Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. Disponível em: <<http://alvarestech.com/temp/PrototipagemRapida/Relat%F3rio%20TG2%20-%20Bruno%20Ribeiro.pdf>> Acesso em: 25.09.2019
- RECCHIA, E. L.; PENTEADO, R. Avaliação da Aplicabilidade da Linguagem de Padrões de Engenharia Reversa de Demeyer a Sistemas Legados Procedimentais. *In Sugarloaf PLoP Conference*, 2002. Disponível em: <<http://lens.cos.ufrj.br/sugarloafplop/2002/papers/SPA2.pdf>> Acesso em: 03.05.2012
- REDIG, J. *Sobre desenho industrial*. Rio de Janeiro: ESDI, 1977.
- REVISTA ELETRÔNICA DESIGN EM CURSO – 1978 a 2008: 30 anos do Curso de Desenho Industrial da Paraíba. Itamar Ferreira da Silva [Org.]. Campina Grande: UFCG/ CCT, 2008. Disponível em: <<http://www.ddi.ufcg.edu.br/portal/ArquivosDownloads/Temporarios/Revista%20design%20em%20curso%20211208.pdf>> Acesso em: 18.06.2013
- RIBEIRO, T. R. R. *A prototipagem digital por remoção e adição de materiais, e a sua interface no desenvolvimento de produtos em design*. p.7224-7. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR610459_0570.pdf> Acesso em: 15.09.2013
- RICCINI, R. Diseño y teorías de lós objetos. Pg. 292-8. In: Fernández, S.; Bonsiepe, G. [Orgs.]. *Historia del diseño en América Latina y el Caribe: industrialización y comunicación visual para la autonomía*. São Paulo: Blücher, 2008.
- RODRIGUES, O. V. et al. Combining rapid prototyping with more conventional production processes. *In: 5th International PMI Conference Proceedings*. v.1. Guent: University College Guent, 2012. p.147-50.
- ROMEIRO FILHO, E. O papel do designer brasileiro em uma economia globalizada. *In Revista Estudos em Design*, Vol. IV, n.2, dez. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 1996. p.29-42.
- ROMER, L. *Planejamento de produtos didáticos para ensino de resistência dos materiais em cursos de desenho industrial, área de concentração desenho do produto*. Dissertação de mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial. Bauru: FAAC/UNESP, 2007. Disponível em: <http://www4.faac.unesp.br/posgraduacao/design/dissertacoes/pdf/leonardo_romer.pdf> Acesso em: 11.09.2012
- ROSA JR., S. G. Design e engenharia para o aumento da competitividade das MPE's paulistas: resultado do Convênio ParqTec/Sebrae-SP. *In CATÁLOGO PARQTEC/SEBRAE-SP*, v. 1, São Carlos (s.d.).
- RUSCHEL, R. C. et al. Tecnologia e multidisciplinaridade inovando o ensino de arquitetura e engenharia. *In revistafaac*, v. 1, n. 1, p. 21-34, mar./set. Bauru: UNESP, 2011. Disponível em: <<http://www2.faac.unesp.br/revistafaac/index.php/revista/article/viewFile/19/3>> Acesso em: 04.12.2012
- RYMASZEWSKI, M. et al. *Second Life: guia oficial*. Tradução Abner Dmitruk. Rio de Janeiro: Editora, 2007.
- SAHELI, S.; GRISI, C. C. de H. e. Espionagem e ética no sistema de inteligência competitiva. *In V SEMEAD ENSAIO MKT*, 2001. p.1-12. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/5semead/MKT/Espionagem%20e%20E9tica%20no%20Sist.e%20Intelig.pdf>> Acesso em: 03.11.2010.
- SALINAS FLORES, O. *Historia del diseño industrial*. México: Trillas, 1992.
- SAMPIERI, R. H. et al. *Metodologia de pesquisa*. 3. ed. São Paulo McGraw-Hill, 2006.

SANCHES DA SILVA C. E. et al. O potencial da engenharia reversa como meio de obtenção de tecnologia de produto e processos em pequenas e médias empresas. *In XII SIMPEP* - Bauru, SP, Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/anais_12.php> Acesso em: 06.08.2013

SANTOS, F. C. dos. *Desenvolvimento de software para equipamento de prototipagem rápida por sinterização seletiva a laser (SLS)*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92656/274795.pdf?sequence=1>> Acesso em: 11.03.2012

SCHNEIDER, B. *Design uma introdução: o design no contexto social, cultural e econômico*. São Paulo: Blücher, 2010.

SCHULMANN, D. *O desenho industrial*. Tradução de Maria Carolina F. de Castilho Pires. Coleção ofício de arte e forma. Campinas, SP: Papirus, 1994.

SELHORST JÚNIOR, A. *Análise comparativa entre os processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos: um estudo de caso para determinação do processo mais indicado*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: PUC-PR, 2008. Disponível em: <<http://www.produtonica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/AguilarJunior.pdf>> Acesso em 22.11.2012

SEVERINO, A. J. *Metodologia de trabalho científico*. 20 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

SCHIERWAGEN, A. On reverse engineering in the cognitive and brain sciences. *In Natural Comput* (2012) 11:141–150 Published online: 10 February 2012; Springer Science+Business Media B.V. 2012. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/215886746_On_Reverse_Engineering_in_the_Cognitive_and_Brain_Sciences> Acesso em: 18.05.2013

SILVA, F. P. da. et al. Análise Comparativa de Processos de Digitalização 3D para Modelos de Partes Humanas. *In: 9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.

_____. A digitalização tridimensional a laser como ferramenta para o desenvolvimento de novos produtos. *In VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D Design*. Paraná, 2006.

SILVA, F. D. M. *O CAD aplicado ao projeto do produto: o ponto de vista dos designers industriais*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE, 2011. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/FranciscoDuarteMagalhaesSilva.pdf> Acesso em 01.05.2012

SILVA, G. C. da. *Prototipagem rápida e ferramental rápido aplicados às peças utilizadas em ensaios estáticos de embalagens para acondicionamento e transporte de peças automotivas*. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2013/02/silva_guilherme.pdf> Acesso em: 22.08.2011

SOARES, J. C. T. *Comentários à lei de patentes, marcas e direitos conexos: Lei 9.279 (14.05.1996)*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1997.

SITNIK, R.; KUJAWINSKA, M. Modified high accuracy 3D shape data conversion system for reverse engineering applications. *In Optical Measurement Systems for Industrial Inspection II: Applications in Production Engineering*. Vol. 4399, 2001, pp. 75-82. Disponível em: <<http://www.speadigital.library.org>> Acesso em 01.06.2012

SOUZA, E. P. de. et al. Aplicação da engenharia reversa como ferramenta de análise da sustentabilidade de utensílios: estudo de caso do ferro de passar roupas. *In II Seminário sobre Tecnologias Limpas: sustentabilidade e competitividade*, Porto Alegre: UFRGS/ABES-RS, 2007.

SOUZA, M. F. de. et al. A cópia dialoga com a inovação. *In: 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D Design 2012*. São Luís: UFMA, 2012.

- SOUZA, J. F. de. *Aplicação de projeto para manufatura e montagem em uma abordagem de engenharia reversa: estudo de caso*. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2007. Disponível em: <<http://juno.unifei.edu.br/bim/0031982.pdf>> Acesso em 25.04.2011
- SPARKE, P. *Diseño y cultura: una introducción: desde 1900 hasta la actualidad*. Barcelona: Gili, 2010.
- STEPHAN, A. P. [Coord.]. *10 cases do design brasileiro: os bastidores do proceso de criação*. 2ed. v. 1. São Paulo: Blücher, 2008.
- _____. *10 cases do design brasileiro: os bastidores do proceso de criação*. 2ed. v. 2. São Paulo: Blücher, 2010.
- _____. *10 cases do design brasileiro: os bastidores do proceso de criação*. 1ed. v. 3. São Paulo: Blücher, 2012.
- STOLARSKI, A. *Alexandre Wollner e a formação do design modern no Brasil: depoimentos sobre o design visual brasileiro – um projeto de André Stolarski*. São Paulo: Cosac Naify, 2005.
- STOLOVITZKY, G. et al. *Dialogue on Reverse-Engineering Assessment and Methods The Dream of High-Throughput Pathway Inference* publicado em *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1115: 1–22, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1196/annals.1407.021/pdf>> Acesso em 03.06.2013.
- TAKAMITSU, H. T.; MENEZES, M. dos S. A Contribuição da Tecnologia nos Processos de Criação e Produção de Jóias. In: *9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.
- TAMBINI, M. *O design do século*. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2002.
- TOLEDO, F. O. et al. Projeto conceitual de um horímetro em uma abordagem de engenharia reversa integrada ao DFMA. In *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, BA, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_095_646_13000.pdf> Acesso em 18.06.2011
- TONELLA, P.; POTRICH, A. *Reverse Engineering of object oriented code*. Boston: Springer, 2005. Disponível em: <<http://library.riphah.edu.pk/books%5Cengr%5CREOOCcode.pdf>> Acesso em 07.04.2011
- TORCHINSKY, J. *O primeiro objeto real modelado em 3D foi um Fusca*. Publicado em 08.05.2013. Disponível em: <<http://www.jalopnik.com.br/o-primeiro-objeto-real-modelado-em-3d-foi-um-fusca/>> Acesso em 24.09.2013.
- TORI, R. et al [Eds.]. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Livro do Pré-Simpósio - VIII Symposium on virtual reality*, Belém (PA). Porto Alegre: SBC, 2006. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf> Acesso em 20.05.2013.
- UHRICH, C. L. *The Economic Espionage Act – Reverse Engineering and the Intellectual Property Public Policy*. Michigan Telecommunications and Technology Law Review [Vol. 7:147-190], 2001. Disponível em: <<http://www.mttl.org/volveven/uhrich.html>> Acesso em: 08.06.2013.
- VAN DER LINDEN, J. C. de S.; LACERDA, A. P. Metodologia projetual em tempos de complexidade. In Martins, R. F. de F e Van der Linden, J. C. de S. [Orgs.]. *Pelos caminhos do design: metodologia de projeto*. Londrina: EDUEL, 2012.
- VAN DER LINDEN, J. C. de S.; MARTINS, R. F. de F. [Orgs.]. *Pelos caminhos do design: metodologia de projeto*. Londrina: EDUEL, 2012.
- VÁRADY, T. et al. *Reverse engineering of geometric models: an introduction*. 1996. Disponível em: <<http://ralph.cs.cf.ac.uk/papers/Geometry/RE.pdf>> Acesso em 04.06.2013.
- VASCONCELOS, E. M. *Complexidade e pesquisa interdisciplinar: epistemologia e metodologia operativa*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- VOLPATO, N. et al. *Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

WEBER, A. V. P. y M. P. *Modelo de ensino de métodos de design de produtos*. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 2010. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/biblioteca/php/mostrateses.php?open=1&arqtese=0721262_2010_Indice.html> Acesso em 28.10.2013

WHYTE, J. *Virtual reality and the built environment*. Oxford: Architectural Press, 2002. Disponível em: <http://books.google.com.br/books/about/Virtual_Reality_and_the_Built_Environmen.html?id=dBIQAA AAMAAJ&redir_esc=y> Acesso em 05.08.2013

WOLANSKI, B; SEEFELD, M. A formação do designer gráfico em Curitiba e sua opinião quanto ao mercado editorial de revistas. In: *9º P&D Design 2010 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. Out. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010. Disponível em: <<http://blogs.anhembi.br/congressodesign/anais/artigos/69485.pdf>> Acesso em 13.10.2013.

WOLFF, F. *Sistemática de avaliação da gestão de design em empresas*. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/365_Fabiane%20Wolff.pdf> Acesso em 02.09.2013

WOOD, K. L. et al. Reverse Engineering and Redesign: Courses to Incrementally and Systematically Teach Design. In: *Journal of Engineering Education*. July, Washington DC: ASEE, p.363-75, 2001. Disponível em: <http://www.sutd.edu.sg/cmsresource/idc/papers/2001-_Reverse_engineering_and_redesign-_Courses_to_incrementally_and_systematically_teach_design.pdf> Acesso em 15.09.2013

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. Ed. Tradução Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookmann, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Entrevista aplicada no meio acadêmico



Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial



Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste

Instrumento de Coleta de Dados de Campo para a Tese de Doutorado **O estudo da Engenharia Reversa como subsídio para a aplicação de técnicas analíticas de produtos em Desenho Industrial**²⁹.

ENTREVISTA

1. Qual sua formação?

Graduação em Quê? _____

Mestrado em Quê? _____

Doutorado em Quê? _____

Pós-doutorado em Quê? _____

2. Em qual curso você atua na graduação?

3. Em qual curso você atua na pós-graduação?

4. Em qual departamento, núcleo ou espaço similar você está alocado na IES?

5. Qual sua opinião sobre o fato das universidades e faculdades brasileiras desagregarem o ensino superior nas áreas que possuem estreita ligação com o desenvolvimento de produtos como, por exemplo, o Desenho Industrial, as Engenharias e a Computação?

6. Qual sua opinião a respeito dos cursos de graduação em Desenho Industrial, as Engenharias e a Computação atuarem isoladamente?

²⁹ O título da tese constante nos documentos e apresentado nos Apêndices A, B, C e D reflete a provisoriedade comum ao processo. Portanto, não condiz com o título da tese definitivo protocolado no PPGDESIGN/UNESP.

APÊNDICE B – Questionário aplicado no meio acadêmico



Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial



Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste

Instrumento de Coleta de Dados de Campo para a Tese de Doutorado **O estudo da Engenharia Reversa como subsídio para a aplicação de técnicas analíticas de produtos em Desenho Industrial.**

QUESTIONÁRIO

1. Você já participou de algum desenvolvimento de produtos fora da IES de modo integrado com profissionais de outra área?

Sim Qual? _____ Não

2. Você já participou de algum desenvolvimento de produtos dentro da IES de modo integrado com profissionais de outra área?

Sim Qual? _____ Não

3. Você já participou de algum desenvolvimento de produtos fora da IES de modo integrado com profissionais desenhistas industriais (designers industriais) ou das engenharias?

Sim Não

4. Você já participou de algum desenvolvimento de produtos dentro da IES de modo integrado com profissionais desenhistas industriais (designers industriais) ou das engenharias?

Sim Não

5. O curso que você atua tem alguma disciplina projetual que pode ser trabalhada integrada às Engenharias e Desenho Industrial ou vice e versa?

Sim Não

6. E na Pesquisa, você tem ou teve alguma oportunidade de trabalhar integradamente com desenhistas industriais (designers industriais) ou engenheiros?

Sim Não

7. E na Extensão, você tem ou teve alguma oportunidade de trabalhar integradamente com desenhistas industriais (designers industriais) ou engenheiros?

Sim Não

8. Você conhece a Engenharia Reversa?

Sim Não

9. Na sua vida profissional você já utilizou alguma técnica da Engenharia Reversa?

Sim Qual? _____ Não

APÊNDICE C – Entrevista aplicada no setor produtivo



Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial



Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste

Instrumento de Coleta de Dados de Campo para a Tese de Doutorado **O estudo da Engenharia Reversa como subsídio para a aplicação de técnicas analíticas de produtos em Desenho Industrial.**

ENTREVISTA

1. Que tipo de serviços ou produtos sua empresa é especializada? Exemplifique.
2. Sua empresa atua integrando áreas e profissionais simultaneamente, tais como, engenheiros e designers industriais e/ou outros?
3. Sua empresa privilegia técnicas convencionais de projeto aliadas às novas tecnologias (por exemplo, computação gráfica, prototipagem rápida, digitalização 3D, RV, RA ou holografia?)
4. Como sua empresa lida com a complexidade do trabalho envolvendo equipes mistas (engenheiros, designers industriais e/ou outros)?
5. Na visão da sua empresa, qual a sua opinião sobre as competências profissionais entre os engenheiros e designers industriais? São concorrentes ou complementares?

Eu, _____, autorizo a utilização das informações prestadas, meramente para fins acadêmicos e de trabalho de cunho científico, pelo doutorando da FAAC/PPGDESIGN da UNESP, Danilo Émmerson Nascimento Silva, sob a orientação do professor Dr. João Roberto Gomes de Faria.

Assinatura

_____, _____ de _____ de 20____.

APÊNDICE D – Questionário aplicado no setor produtivo



Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial



Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste

Instrumento de Coleta de Dados de Campo para a Tese de Doutorado **O estudo da Engenharia Reversa como subsídio para a aplicação de técnicas analíticas de produtos em Desenho Industrial.**

QUESTIONÁRIO

1. A empresa/organização atua com que tipo de desenvolvimento de produtos?

2. A empresa/organização constitui na equipe de desenvolvimento de produtos profissionais de áreas diferentes?

Sim

Não

3. A empresa/organização possui desenhistas industriais (*designers* industriais) na equipe de desenvolvimento de produtos?

Sim

Não

4. A empresa/organização adota ferramentas integradoras como a Engenharia Simultânea durante o desenvolvimento de produtos?

Sim, Em que nível? _____ Não

5. A empresa/organização adota técnicas de Engenharia Reversa durante o desenvolvimento de produtos

Sim, Em que nível? _____ Não

6. A empresa/organização já contratou serviços terceirizados de Engenharia Reversa?

Sim, Qual? _____ Não

7. A empresa/organização dispõe de algum tipo de tecnologia de Prototipagem Rápida como a Estereolitografia, a Sinterização Seletiva a Laser ou outra?

Sim, Qual? _____ Não

8. A empresa/organização dispõe de algum tipo de Tecnologia Digital Imersiva como a Realidade Virtual, a Realidade Aumentada ou outra?

Sim, Qual? _____ Não