



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA
INDUSTRIAL**

SUZANA ANGÉLICA DA SILVA MASCARENHAS PINA

**AVALIAÇÃO DO USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NA ETAPA DE
CONCEPÇÃO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS EM UM ESCRITÓRIO DE
PROJETOS.**

Salvador,
2011

SUZANA ANGÉLICA DA SILVA MASCARENHAS PINA

**AVALIAÇÃO DO USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NA ETAPA DE
CONCEPÇÃO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS EM UM ESCRITÓRIO DE
PROJETOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Mec. Valter Estevão Beal

Salvador,
2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia
SENAI CIMATEC

P0354a

PINA, Suzana A da S.M.

Avaliação do uso de recursos tecnológicos na etapa de
concepção de produtos industriais em um escritório de projetos. /

Suzana Angélica da Silva Mascarenhas Pina, 2011.

159f.; il. Color.

Orientador: Profº Drº Valter Estevão Beal

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Tecnologia Senai-
CIMATEC, Salvador, 2011.

1. Desenvolvimento de produtos. 2. Recursos Tecnológicos. I.
Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC. II. Beal, Valter Estevão. III.
Título.

CDD 620

SUZANA ANGÉLICA DA SILVA MASCARENHAS PINA

**AVALIAÇÃO DO USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NA ETAPA DE
CONCEPÇÃO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS EM UM ESCRITÓRIO DE
PROJETOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Aprovada em 26 de setembro de 2011.

Banca Examinadora

Valter Estevão Beal – Orientador _____

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis, Brasil

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Suzi Maria Carvalho Mariño – Co-orientador _____

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo, São
Paulo, Brasil

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC - Universidade Federal da Bahia

Ana Beatriz Simon Factum _____

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo, São
Paulo, Brasil

Universidade do Estado da Bahia

Guilherme Oliveira de Souza _____

Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de
Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Dedico este trabalho à minha
família, em especial, a Pedro,
o meu querido filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS, pois através da FÉ me conduziu à busca do meu crescimento intelectual, dando-me sabedoria na busca de meus objetivos.

À minha família, por terem acreditado em meu potencial e pelo carinho e atenção nos momentos difíceis.

Aos meus amigos por todo apoio e torcida contínua pelo meu sucesso.

Ao Prof. Dr. Valter Beal, meu orientador, pela confiança e direcionamento do tema, o que me proporcionou maior segurança no desenvolvimento do trabalho.

À Prof^a Dra. Suzi Mariño, minha co-orientadora, que, apesar do pouco tempo de apoio, pôde expressar seu interesse em me auxiliar na construção final dessa pesquisa.

À banca examinadora por atender ao convite e pelas contribuições para a melhoria deste trabalho.

A todos os colegas e professores do programa que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento pessoal e profissional.

À coordenação do Mestrado, na pessoa do Prof. Dr. Lucas Travassos, pela condução e controle das práticas obrigatórias do programa.

Aos profissionais que participaram desta pesquisa, pela atenção e colaboração em disponibilizar os dados e práticas de seu ambiente de trabalho.

Agradeço ainda ao SENAI CIMATEC, que patrocinou parte deste mestrado, pela confiança e apoio para a realização desta pesquisa.

Tenho a convicção de que precisamos acreditar em nossos sonhos! Investir nosso tempo em algo que nos dá satisfação e nos conduz ao exercício da sabedoria e exploração do conhecimento! Diante de DEUS, somos capazes de alcançar grandes metas, basta-nos crer e fazer a nossa parte!

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O mercado de alta competitividade e crescente inovação reforça o uso dos recursos tecnológicos como ferramentas de suporte à concepção, melhoria e adaptação de produtos, de modo que as empresas atendam ao mercado com bens de consumo a um custo competitivo e qualidade esperada. O objetivo do trabalho é apresentar uma análise do uso de recursos tecnológicos na concepção de produtos. Busca-se integrar as atividades dos designers e engenheiros, de modo a otimizar o processo de desenvolvimento de produtos e o uso de tecnologias, como Engenharia Reversa e Prototipagem Rápida suportadas por softwares CAD (*Computer Aided Design*). Este trabalho classifica-se como um estudo de caso descritivo, sendo utilizados dados primários (entrevistas semiestruturadas, questionários) e secundários (pesquisa documental), os quais foram analisados qualitativamente. Fundamentado nos modelos de gestão, metodologias de projetos e tecnologias disponíveis para geração de conceitos, foi feito um estudo de quatro concepções, contemplando prazos e resultados. Através da análise dos resultados, foi possível obter informações referentes ao tempo, qualidade de projeto e integração com etapas posteriores ao conceito do produto.

Palavras-chave: Design. CAD. Engenharia Reversa. Prototipagem Rápida. Metodologia de Projetos.

ABSTRACT

The highly competitive market and increasing innovation enhances the use of technological resources as tools to support the design, improvement and adaptation of products, as a result companies meet the market with consumer goods at a competitive cost and quality expected. The objective of this study is to present an analysis of the use of technological resources in product design. It attempts to integrate the activities of designers and engineers to optimize the process of product development and use of technologies such as Reverse Engineering and Rapid Prototyping supported by CAD software (Computer Aided Design). This work is classified as a descriptive case study, based on primary data (semi-structured interviews, questionnaires) and secondary data (desk research) that were analyzed qualitatively. Based on management models, design methodologies and technologies available for generating concepts, a study was performed based in four product designs covering times and results. Through the result analysis it was possible to obtain information regarding time, quality of design and integration of the product concept step with the later stages of the product development.

Keywords: Design. CAD. Reverse Engineering. Rapid Prototyping. Design Methodology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Influência da estrutura na organização dos projetos	30
Quadro 2 – Abordagem teórica de metodologias de projetos	31
Quadro 3 - Ferramentas e informações empregadas para auxílio à tomada de decisão.....	37
Quadro 4 – Vantagens e desvantagens dos processos de prototipagem rápida	57
Quadro 5 – Síntese da metodologia da pesquisa adotada no trabalho.....	74
Quadro 6 – Profissionais que atuam em cada fase de projeto – Escritórios de Design – Questão 10.....	84
Quadro 7 – Profissionais que atuam em cada fase de projeto – Empresas que atuam em todas as fases do PDP – Questão 10.....	85
Quadro 8 – Interação do designer e equipe, recursos, atividades e nível de complexidade dos produtos na fase conceitual e projeto preliminar	129

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da proposta de estudo	19
Figura 2 - Visão Geral das áreas de conhecimento e dos processos da gerência de projetos.....	23
Figura 3 – Desenvolver o termo de abertura do projeto – Entradas, ferramentas e técnicas, e saídas.....	24
Figura 4 - Estrutura organizacional do tipo funcional	26
Figura 5 - Estrutura organizacional do tipo projetizada	27
Figura 6 - Estrutura organizacional do tipo matricial fraca	27
Figura 7 – Estrutura organizacional do tipo matricial forte	28
Figura 8 - Estrutura organizacional do tipo matricial balanceada.....	28
Figura 9 - Estrutura organizacional do tipo composta.....	29
Figura 10 – Esquema do processo de desenvolvimento de produtos.....	38
Figura 11 – Conjunto de tarefas e atividades – Projeto Conceitual (FORCELLINI, 2002).....	40
Figura 12 – Esquema da participação do Designer nas fases de desenvolvimento de produtos.....	45
Figura 13 – Representação tridimensional de banqueta plástica e simulação do uso	50
Figura 14 – Tablete <i>RAND</i>	52
Figura 15 – Koala Pad.....	53
Figura 16 – Mesa digitalizadora WACOM	54
Figura 17 – Processo de manufatura por adição de camadas	56
Figura 18 – Ferramental de um produto desenvolvido.....	60
Figura 19 – Escaner Óptico – recurso de ER.....	61
Figura 20 – Substituição da traçagem convencional e medição e avaliação de ferramental para fundição.....	62
Figura 21 – Modelos gerados a partir da digitalização óptica (FERREIRA, 2005)	63
Figura 22 – Digitalização de parte do produto- scanner em ação – recurso de ER	63
Figura 23 – Modelo gerado pelo processo de ER	64
Figura 24 – O ciclo de trabalho da Engenharia Reversa.....	64
Figura 25 – Processo metodológico de aplicação da Engenharia Reversa	65
Figura 26 – Luva com sensores de monitoramento e visualização do uso	66
Figura 27 – Simulação de uma restrição de acesso do usuário enquanto desapertando um parafuso com o auxílio de uma chave.....	67
Figura 28 – Centro de Realidade Virtual	68
Figura 29 – CAVE Ativa 3D.....	68
Figura 30 – Óculos – acessório de visualização	69
Figura 31 – <i>Head Mounted Display</i>	69
Figura 32 – CAVE – projeção por trás em “todas” as paredes.....	70
Figura 33 – Projeção frontal em tela plana para grupos maiores.....	70
Figura 34 – Projeção em tela curva.....	71
Figura 35 – Etapas do Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP)	99
Figura 36 – Estudo do leiaute de um produto similar	100
Figura 37 – Proposta 1, 2 e 3 do No-break.....	101
Figura 38 – Novo conceito derivado da proposta 1	102

Figura 39 – Conceito enviado em setembro de 2008.....	102
Figura 40 – Estudo de posicionamento dos Leds.....	103
Figura 41 – Rendering digital e protótipo do produto	104
Figura 42 – Conceito preliminar No-break.....	109
Figura 43 – Proposta preliminar de distribuição dos componentes internos ..	110
Figura 44 – Conceito enviado para o cliente	111
Figura 45– Detalhe da máscara em CAD e protótipo físico.....	111
Figura 46 – Protótipo no-break duas baterias	112
Figura 47 – Análise de produto similar	115
Figura 48 – Régua de tomadas (modelo) do estabilizador.....	116
Figura 49 – Esquema da integração das ferramentas tecnológicas à fase de concepção de produtos	122

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Formação dos profissionais (Questão 01)	79
Gráfico 2. Tempo de experiência dos profissionais (Questão 02)	79
Gráfico 3. Planejamento de atividades (Questão 03)	80
Gráfico 4. Caracterização do ambiente de trabalho (Questão 04)	80
Gráfico 5. Atividades e/ou procedimentos que antecedem a execução do projeto (Questão 05)	81
Gráfico 6. Estruturação das atividades na forma de processos de negócio x Desempenho da empresa (Questão 06)	82
Gráfico 7. Entregas de projetos no prazo (Questão 07)	82
Gráfico 8. Causas que comprometem a entrega no prazo (Questão 08)	83
Gráfico 9. Número de participantes no PDP (Questão 09).....	84
Gráfico 10. Quantidade de produtos desenvolvidos simultaneamente (Questão 11)	86
Gráfico 11. Quantidade de alternativas geradas na fase conceitual (Questão 12).....	86
Gráfico 12. Número de concepções desenvolvidas que atenderam especificações iniciais do cliente (Questão 13)	87
Gráfico 13. Métodos e ferramentas utilizadas na fase de concepção (Questão 14)	88
Gráfico 14. Recursos tecnológicos utilizados na fase conceitual (Questão 15).....	89
Gráfico 15. Tempo que utiliza os recursos tecnológicos (Questão 16)	89
Gráfico 16. Número de profissionais que foram treinados para utilização dos recursos (Questão 17).....	90
Gráfico 17. Redução do tempo de desenvolvimento (Questão 21)	93
Gráfico 18. Ganho de tempo com utilização dos recursos (Questão 22)	94
Gráfico 19. Qualidade do produto final.....	94
Gráfico 20. Tempo de dedicação ao projeto (Questão 24).....	95
Gráfico 21. Custo orçado x custo real do trabalho (Questão 25)	95
Gráfico 22. Comunicação com clientes internos (Questão 27).....	96
Gráfico 23. Comunicação com clientes externos (Questão 28).....	97

LISTAS DE SIGLAS

2D - Bidimensional (Duas Dimensões)
3D - Tridimensional (Três Dimensões)
CAD - Computer Aided Drawing/Design
CAE - Computer Aided Engineering
CAM - Computer Aided Manufacturing
CNC - Computerized Numerical Control
DFMA - Design for Manufacturing and Assembly
DIP – Desenvolvimento Integrado de Produtos
ER – Engenharia Reversa
FDM - Fused Deposition Modeling
FMEA - Failure Modes Effects and Analysis
ICB - IPMA Competence Baseline
IPMA - International Project Management Association
LOM - Laminated Object Manufacturing
NURBS - Non-uniform rational b-splines
PC - Personal computer
PCI - Peripheral Component Interconnect
PDM – Product Data Management
PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos
PR – Prototipagem Rápida
QFD - Quality Function Deployment
RV – Realidade Virtual
SDLPRT - SolidWork Part
SL - Stereolithography
SLS - Selective Laser Sintering
SSC – Sistema, Sub-sistema e Componentes
SW – Solidworks
TRIZ - Theory of Inventive Problem Solving
UCS - User Coordinate System
VRML - Virtual Reality Modeling Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA.....	17
1.2 OBJETIVO	18
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	20
2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: GESTÃO, METODOLOGIA E RECURSOS TECNOLÓGICOS	21
2.1 GESTÃO DE PROJETOS.....	21
2.2 PROCESSOS E METODOLOGIA DE PROJETOS DE PRODUTOS.....	30
2.3 RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	46
2.3.1 Ferramentas CAD	46
2.3.2 Tablete gráfico ou Mesa Digitalizadora	51
2.3.3 Prototipagem Rápida	54
2.3.4 Engenharia Reversa	61
2.3.5 Realidade Virtual	65
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	74
3.1 TIPO DE PESQUISA	74
3.2. AMOSTRA DA PESQUISA.....	76
3.3 DOCUMENTOS	76
4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	78
4.1 QUESTIONÁRIO	78
4.2 ESTUDOS DE CASO	98
4.2.1 Projeto A	99
4.2.1.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto A.....	100
4.2.1.2 Análise dos dados	105
4.2.2 Projeto B	108
4.2.2.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto B.....	108
4.2.2.2 Análise dos dados	112
4.2.3 Projeto C	114
4.2.3.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto C	114
4.2.3.2 Análise dos dados	117
4.2.4 Projeto D	118
4.2.4.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto D	118
4.2.4.2 Análise dos dados	120
4.3 DISCUSSÃO.....	121
4.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	128
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
5.1 CONCLUSÕES.....	132

5.2 CONTRIBUIÇÕES	134
5.3 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA	135
REFERÊNCIAS.....	136
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO / ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA...	141
APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO	147
APÊNDICE C – CUSTOS E PRAZOS ANALIZADOS NO ESTUDO DE CASO	159

1 INTRODUÇÃO

As empresas de Desenvolvimento de Produtos (DP) têm investido mais tempo no planejamento das atividades para estarem à frente de seus concorrentes, dando destaque ao uso dos recursos tecnológicos como ferramentas de suporte à concepção, melhoria e adaptação de produtos (ROZENFELD et al, 2006).

O tema da utilização de tecnologias que dão suporte ao DP tem sido abordado em vários eventos no âmbito acadêmico-científico e tecnológico. Contempla um assunto contemporâneo e de grande importância para o incentivo à valorização dos produtos nacionais.

As ferramentas e metodologias de projeto utilizadas pelas empresas refletem a necessidade de rapidez no atendimento ao mercado. A competitividade tem sido um fator decisivo para o investimento em inovação e tecnologia que dão suporte a todo processo de desenvolvimento de produtos industriais e isso requer, entre outras coisas, o aperfeiçoamento contínuo de seus produtos (ROMEIRO FILHO, 2010).

Para tanto, a utilização de determinada ferramenta tecnológica deverá estar compatível com o tipo de projeto que será aplicada, pois há características específicas de cada produto que poderão influenciar no processo de desenvolvimento, sendo necessário definir qual ferramenta tecnológica mais adequada, de modo a contribuir para o sucesso do trabalho.

É importante também considerar a visão de cada cliente dentro do processo de desenvolvimento. Dá-se maior ênfase à comunicação eficaz para que não haja contratempos relacionados a informações equivocadas que poderão prejudicar o andamento do projeto.

Outro fator que pode ser considerado são as atribuições de cada participante da equipe, de modo que não haja sobreposição de funções, reduzindo a possibilidade de erros e, conseqüentemente, o atendimento ao cliente externo satisfatoriamente. Salientando que o mesmo deverá estar de acordo com o escopo definido na proposta de projeto.

Dentro desse contexto, encontra-se a necessidade de um estudo que aborde o processo de desenvolvimento de produtos e meios de integração das

tecnologias à metodologia de projeto. Desta forma, há a necessidade de avaliar quais recursos estão sendo utilizados de forma integrada e racional.

A perspectiva deste estudo abrange, além da análise do uso de tecnologias CAD (*Computer Aided Design*), PR (Prototipagem Rápida) e ER (Engenharia Reversa) na etapa de concepção, a definição de áreas da engenharia que poderão usufruir das vantagens que os recursos tecnológicos poderão proporcionar durante o desenvolvimento das atividades de projeto, desde que bem aplicadas e exploradas adequadamente.

Busca-se analisar como os recursos tecnológicos auxiliam as equipes de projeto no desenvolvimento de maior número de alternativas na fase de concepção, com maior agilidade e qualidade. Além de permitir que os defeitos de um projeto possam ser ajustados antes da construção de um protótipo, onde as diferentes etapas do processo de design e engenharia de produto sejam desenvolvidas de maneira integrada e simultânea (FERREIRA, 2004).

Com base nas metodologias de projetos abordadas por alguns autores (BACK., 1983, OGLIARI, 1999, PAHL E BEITZ, 1996, PUGH, 1990, ROZENFELD et al, 2006), o processo de desenvolvimento de produtos envolve etapas de inicialização (planejamento), desenvolvimento (projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado) e implementação (fechamento da solução técnica proposta, plano de manufatura para produção do produto, seu lançamento e validação do projeto).

A fase conceitual está contemplada na etapa de desenvolvimento e abrange questões referentes à viabilidade técnica e econômica do produto. Para tanto, é necessário esclarecer adequadamente o problema de projeto como um dos aspectos essenciais para a geração de soluções alternativas por meio de um planejamento bem estruturado (BACK et. al, 2008).

Como ressaltado por Rozenfeld et al (2006), o planejamento de um projeto consiste no uso de técnicas e ferramentas que visam alocar recursos para realização das tarefas e atividades do projeto de modo a garantir um resultado condizente com o escopo, ou seja, um produto que esteja dentro do controle de qualidade exigido pelo cliente.

Romeiro Filho (2010) considera que a utilização dos recursos tecnológicos associados às metodologias de projetos pode promover grandes ganhos relativos a custo e qualidade.

Forcellini (2003) afirma que o termo qualidade do produto tem um significado bem amplo, pois está relacionado a um produto de escopo apropriado, fornecido no tempo e custo certo, com boas especificações de função, uso, segurança e confiabilidade, com características bem definidas de fabricabilidade, manutenibilidade e montabilidade.

Neste sentido, é proposto apresentar uma avaliação do uso de recursos tecnológicos na etapa de concepção de produtos, buscando integrar as atividades dos designers e engenheiros, de modo a otimizar o processo de desenvolvimento de produtos e o uso de tecnologias, como ER e PR suportadas por softwares CAD.

1.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA

A problemática é definida a partir das seguintes questões:

- Quais recursos tecnológicos podem ser utilizados na fase de concepção de projetos de produtos para reduzir tempo do ciclo de desenvolvimento, melhorando a qualidade do projeto e facilitando a integração com etapas posteriores?
- Como são desenvolvidas as atividades de projetos com o uso dos recursos tecnológicos para atender às necessidades dos clientes?

Essas questões são de natureza teórica e prática, e com elas se deseja definir o espaço de estudo: escritório de projeto de produtos que dispõe de recursos tecnológicos.

Foram utilizados instrumentos de pesquisa, como formulário para levantamento de dados de quatro projetos, que fizeram parte do estudo de caso, assim como entrevistas com os profissionais do ambiente em estudo. Também foram enviados questionários para empresas da região Nordeste e Sudeste que desenvolvem produtos industriais com nível de complexidade similar aos projetos desenvolvidos pelo escritório em estudo, de modo a capturar informações sobre as práticas metodológicas e o uso dos recursos tecnológicos na fase de concepção de produtos.

As respostas às questões foram fundamentais para a avaliação do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), buscando verificar como os

recursos tecnológicos podem colaborar com as atividades de concepção, visando garantir redução de tempo, melhoria na qualidade do projeto e facilidade na integração com etapas posteriores.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a utilização de recursos tecnológicos na fase de concepção de projetos de produtos, considerando a integração das atividades do designer e equipe de engenharia como meio de otimização do processo de desenvolvimento.

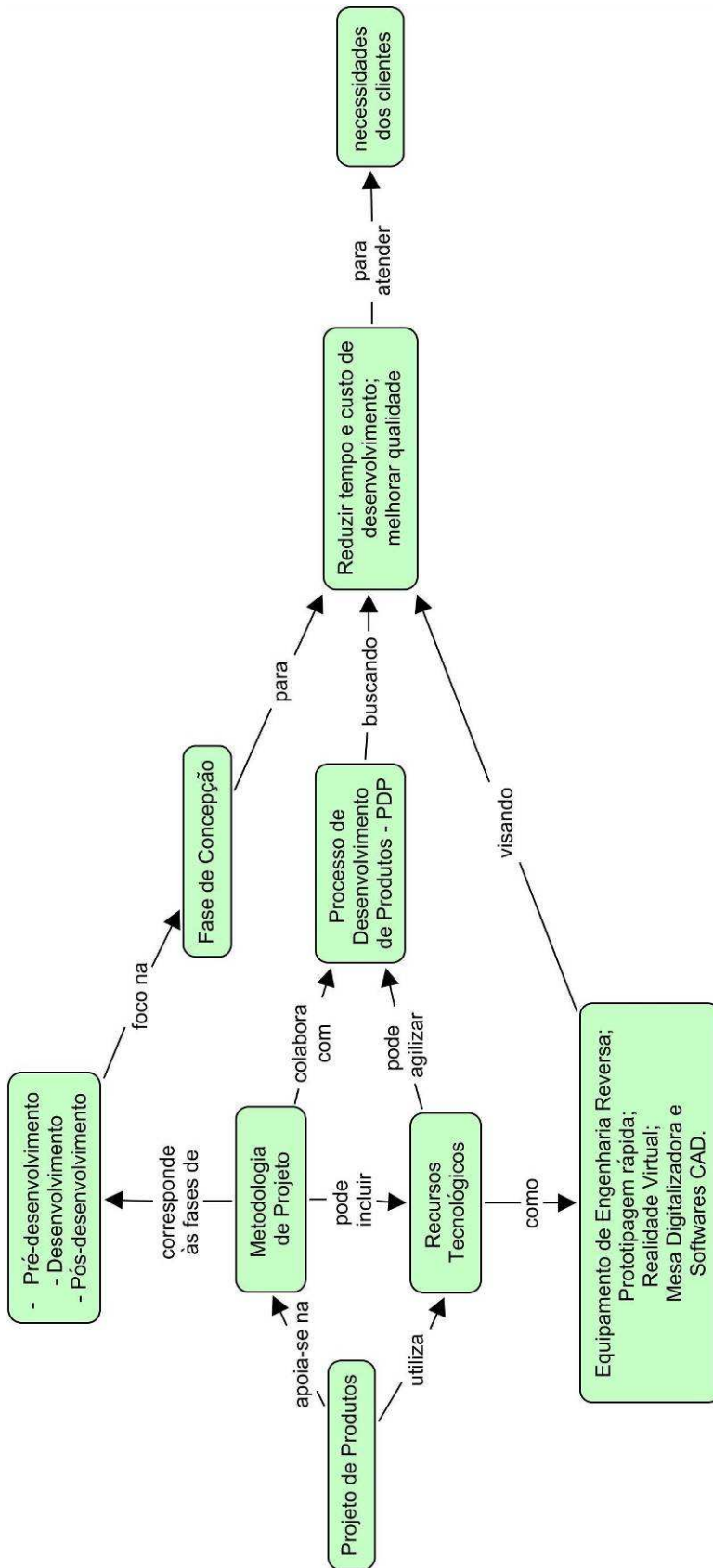
Como objetivos específicos da pesquisa, são apresentados os seguintes tópicos:

- Estudar metodologias de projetos empregadas no desenvolvimento de produtos;
- Identificar e caracterizar o ambiente no processo de desenvolvimento de produtos (equipe, infraestrutura, métodos, ferramentas, etc.);
- Levantar dados e analisar o uso de recursos tecnológicos (Ex.: Engenharia Reversa -ER, Prototipagem Rápida - PR e Realidade Virtual - RV) na concepção de produtos, suportados por softwares CAD ;
- Apresentar e avaliar o uso dos recursos tecnológicos por intermédio de estudos de caso, com análise dos prazos, resultados alcançados e qualidade do projeto;

Através dos objetivos, busca-se colaborar com a integração dos processos para alcançar agilidade e eficácia no atendimento às necessidades dos clientes internos e externos.

Tendo em vista contribuir para otimização do processo de desenvolvimento de produtos, a respeito do qual são encontrados poucos estudos referentes à integração entre metodologias de projetos e as tecnologias disponíveis, na Figura 1, são apresentados os objetivos do trabalho.

Figura 1 - Esquema da proposta de estudo



Esquema da proposta de estudo

Fonte: Próprio autor

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Com base na pesquisa realizada, o conteúdo da dissertação está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo apresenta uma visão geral da pesquisa, apresentando seu contexto, justificativas e seus objetivos para o desenvolvimento do tema. A segunda parte do trabalho é dedicada à revisão bibliográfica da gestão, metodologia de projetos, processos de desenvolvimento integrado de produtos e recursos tecnológicos utilizados na fase de concepção. O tópico seguinte tem o objetivo de apresentar a metodologia de pesquisa utilizada, os documentos e meios de obtenção de informações. Logo após, são apresentados, no quarto capítulo, os dados e análises dos estudos de caso e da pesquisa realizada com especialistas de escritórios de projeto. E, por último, o quinto capítulo aborda as considerações baseadas nas informações obtidas dos resultados alcançados, conclusão da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: GESTÃO, METODOLOGIA E RECURSOS TECNOLÓGICOS

Nesse capítulo, é apresentada a revisão da literatura sobre gerenciamento de projetos, metodologias e recursos tecnológicos que podem ser utilizados no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), em particular, na etapa de concepção. Buscou-se fundamentar as pesquisas de campo desenvolvidas através dos estudos de caso e aplicação dos questionários, com foco nas ferramentas de projetos e a influência do uso dos recursos tecnológicos na forma de trabalho dos profissionais, designers e engenheiros, na fase do projeto conceitual e preliminar.

2.1 GESTÃO DE PROJETOS

Para entender o processo de gerenciamento de projetos, é necessário expor inicialmente alguns conceitos do termo projeto presentes na literatura. Neste contexto, este trabalho buscou um alinhamento às definições do Project Management Institute (PMI), 2004 organismo internacional que atua como orientador nessa área de conhecimento.

Pelo *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos), publicado pelo PMI, projeto é “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único.” Desta forma, um projeto pode ser entendido como sendo (MENEZES, 2009):

Um empreendimento único que deve apresentar um início e um fim claramente definido e que, conduzido por pessoas, possa atingir seus objetivos respeitando os parâmetros de prazo, custo e qualidade.

Para Kerzner (2006), projeto trata-se de “um empreendimento com objetivo identificável, que consome recursos e opera sob pressões de prazos, custos e qualidade. Além disso, projetos são, em geral, considerados atividades únicas de uma empresa”.

Segundo Maximiano (2008), “Projeto é um empreendimento temporário ou uma sequência de atividades com começo, meio e fim programados, que

tem por objetivo fornecer um produto singular, dentro de restrições orçamentárias.”

O ICB (*IPMA¹ Competence Baseline, 1999*) define Projeto como:

[...] um conjunto único de atividades coordenadas, com pontos definidos de início e fim, empreendido por um indivíduo ou organização para atender a objetivos específicos dentro de parâmetros definidos de prazo, custo e desempenho.

O PMBOK apresenta práticas de gestão de projetos que podem contribuir para o controle e condução dos trabalhos, quando bem aplicados. Este define o gerenciamento de projetos como “[...] a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de projeto a fim de atender aos seus requisitos.”

O gerenciamento de projetos inclui a identificação das necessidades, definição de objetivos claros e atingíveis, equilíbrio nos conflitos de tempo, qualidade, custo e escopo, além da adaptação das especificações às expectativas.

Segundo PMBOK, para gerenciar projetos, é necessário agrupar os seguintes níveis de conhecimentos:

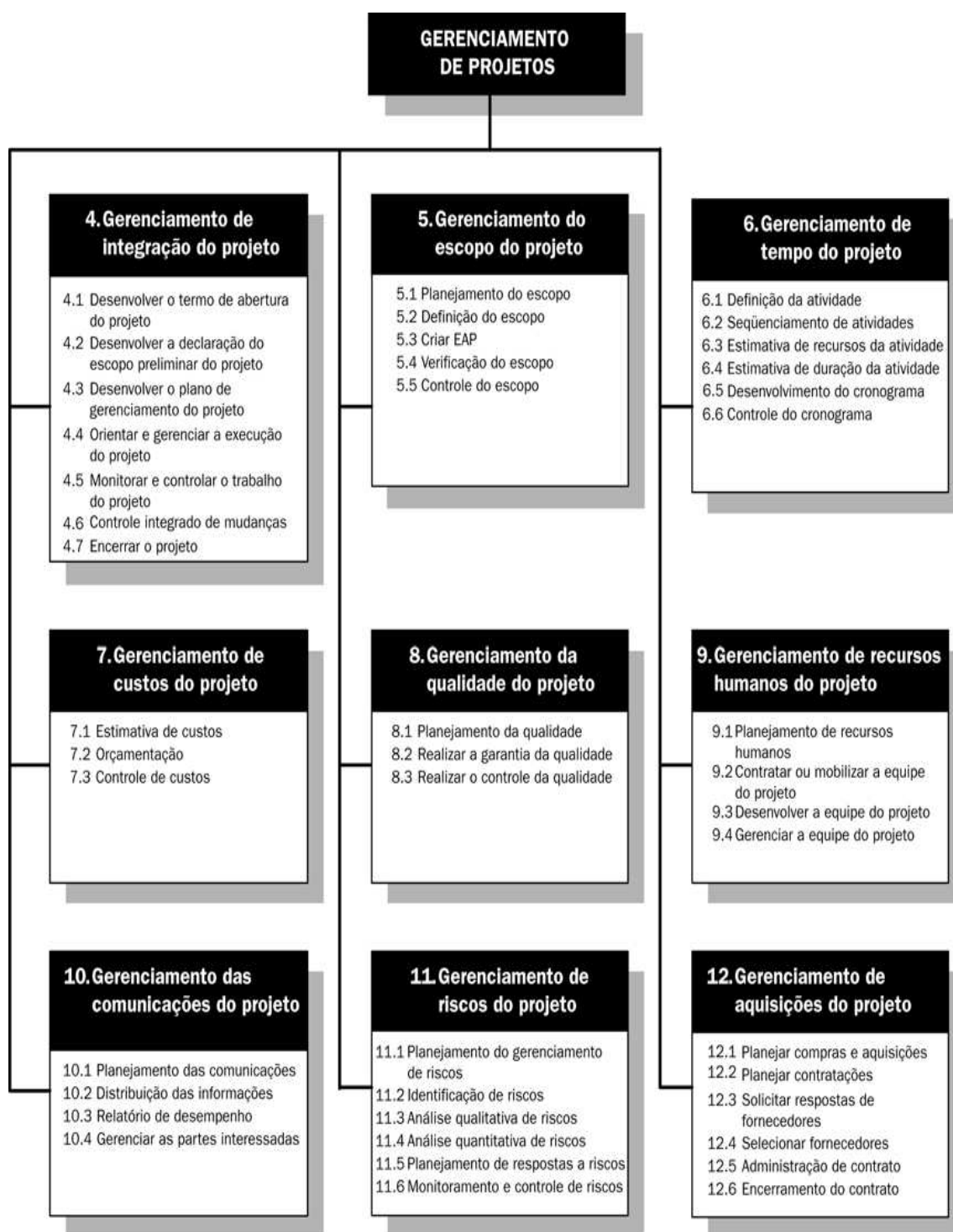
- habilidades interpessoais;
- conhecimentos e habilidades do gerenciamento em geral;
- entendimento do ambiente do projeto;
- conhecimentos, normas e regulamentos da área de atuação; e
- conjunto de conhecimento em gerenciamento de projetos.

Os grupos de informações e conhecimentos citados incluem a definição do ciclo de vida do projeto, as nove áreas do conhecimento, o entendimento do ambiente cultural, social, político e ambiental, processos administrativos da organização, a comunicação eficaz, senso de liderança, capacidade de negociação e gerenciamento de conflitos.

Os processos descritos no Guia PMBOK estão sempre relacionados e interagem em todas as fases, os quais estão organizados em nove áreas de conhecimento. Conforme apresentado na Figura 2, a numeração dos tópicos das áreas de conhecimento refere-se ao seu capítulo correspondente no Guia PMBOK.

¹ **IPMA** (*International Project Management Association*)

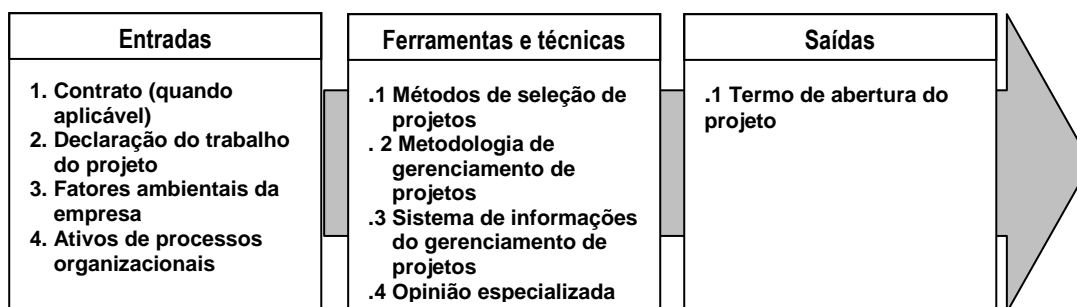
Figura 2 - Visão Geral das áreas de conhecimento e dos processos da gestão de projetos.



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

A descrição de cada um deles é feita a partir de entradas (documentos, planos, desenhos etc.), ferramentas e técnicas (que se aplicam às entradas) e saídas (documentos, produtos etc.). A Figura 3 apresenta a descrição do item referente ao desenvolvimento do termo de abertura do projeto.

Figura 3 – Desenvolver o termo de abertura do projeto – Entradas, ferramentas e técnicas, e saídas



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Valeriano (2000) sintetiza a importância do gerenciamento de projeto ao afirmar que:

[...] é uma disciplina que vem sendo formada, há muito tempo, por pessoas de diversas áreas de conhecimento e especializações, [...] exatamente devido ao alto potencial que proporciona para obter soluções de problemas complexos, em organizações e ambientes dinâmicos, com o emprego de equipes multidisciplinares (VALERIANO, 2000, p.1).

Para um projeto bem-sucedido, a equipe precisa selecionar os processos adequados para atender aos objetivos do projeto, usar uma abordagem definida para adaptar planos e especificações do produto, atender aos requisitos para satisfazer necessidades, expectativas e desejos das partes interessadas, balancear as demandas conflitantes para produzir um produto de qualidade.

Modelos de Organização

A organização compreende as funções, a divisão do trabalho e o poder dentro das empresas, que devem estar em sintonia através de três fatores que garantem o equilíbrio da organização: autoridade, comunicação e atividade.

Quando relacionado a projetos, os três elementos citados são bastante importantes, visto que as concepções são constituídas por determinado período de tempo, com critérios como prazos, custos e exigências de qualidade, bem definidos, o que pode gerar conflitos no decorrer dos trabalhos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

Segundo Menezes (2009), existem quatro categorias de profissionais que se envolvem desde o início do projeto. A interação entre as quatro categorias é importante para atingir satisfatoriamente os objetivos e estão definidos como: gerente geral, gerente funcional, gerente de projeto e

especialista. Nessa relação, foram identificadas algumas atribuições típicas para cada categoria:

- O gerente geral é um estimulador de negociações entre as partes, incentivando o diálogo e a participação de todos na identificação do problema e na busca da solução. Seu papel principal é o de moderador dentro da estrutura matricial, observando e assegurando a manutenção do equilíbrio de poderes na gestão e na execução de todo o projeto.
- O gerente do projeto é quem inicia o empreendimento, sendo o responsável pela integração do mesmo. É responsável pela coordenação referente à integração das atividades e cumprimento dos prazos e orçamentos.
- O gerente funcional é o principal responsável pela execução das atividades de sua área de conhecimento. Seu papel é amortecer o impacto sobre os executores procurando distribuir e compartilhar os recursos existentes em caso de solicitações simultâneas de projetos, podendo também participar da execução dos projetos.
- Os especialistas são os executores da tarefa e devem também procurar equilibrar os interesses e solicitações que sejam conflitantes em caso de muitos projetos simultâneos. Como atribuição principal, está a execução do projeto na área de sua especialidade técnica.

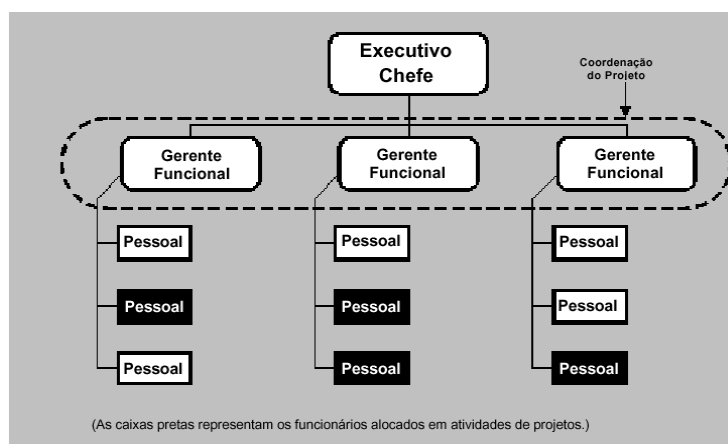
Dentro da última categoria apresentada, temos o designer, especialista que, em conjunto com os demais membros da equipe de desenvolvimento de produtos, atua na definição de novos conceitos, tecnologias, parâmetros financeiros, categorias e produtos, na busca de um diferencial para o produto.

Quanto às estruturas organizacionais, podem ser classificadas como: tradicionais, projetizadas e matriciais (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

São definidas como tradicionais ou funcionais as estruturas que seguem critérios de departamentalização, nas quais as empresas adotam os que melhor se adaptem a seus objetivos globais e específicos de cada departamento, tendo como características marcantes: alto nível de formalização; unidade de comando; especialização elevada e comunicação vertical (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

A organização com estrutura funcional mostrada na Figura 4 é uma hierarquia em que cada funcionário tem um superior bem definido. Segundo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004), “quando é realizado o desenvolvimento de um novo produto em uma organização puramente funcional, a fase de projeto, geralmente chamada de projeto de design, inclui somente pessoal do departamento de engenharia”. Sempre é respeitado o nível hierárquico referente a cada departamento responsável por determinada especialidade.

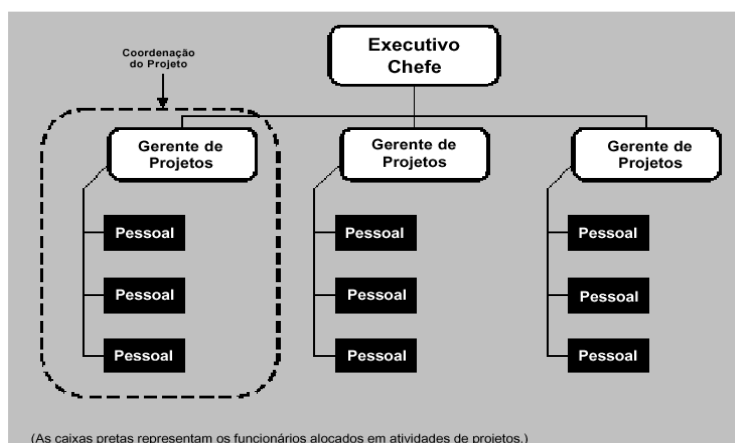
Figura 4 - Estrutura organizacional do tipo funcional



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Numa organização com estrutura projetizada (Figura 5), os membros das equipes frequentemente trabalham juntos, num mesmo local físico. Neste tipo de estrutura, a maioria dos recursos da organização está envolvida em projetos e os gerentes de projeto têm grande autonomia nas decisões. Os departamentos ou se reportam diretamente ao gerente de projeto, ou fornecem serviços de suporte aos diversos projetos existentes (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

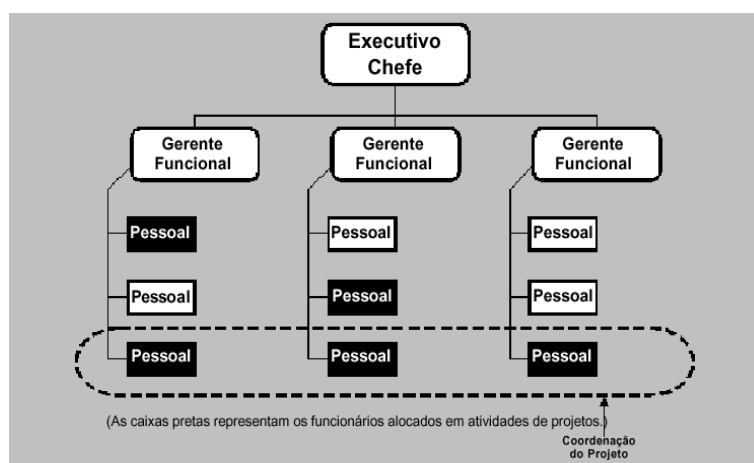
Figura 5 - Estrutura organizacional do tipo projetizada



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Organizações com estrutura matricial como mostrado nas Figura 6 e Figura 7 são uma mistura das características funcional e projetizada. As estruturas matriciais fracas mantêm muitas características da estrutura funcional e o papel do gerente de projeto é mais o de um coordenador ou facilitador, devendo se reportar a um gerente funcional. De modo similar, as estruturas matriciais fortes têm muitas características das projetizadas, os gerentes de projeto atuam em tempo integral e possuem autoridade considerável e pessoal de apoio em tempo integral (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

Figura 6 - Estrutura organizacional do tipo matricial fraca

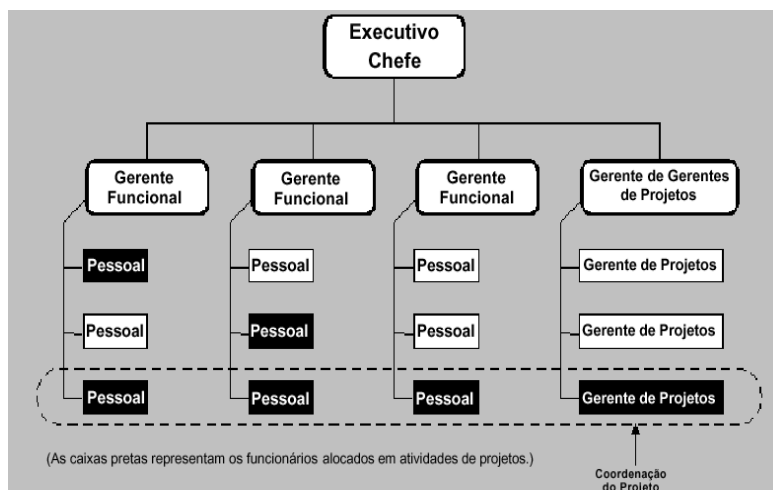


Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Numa estrutura matricial, são identificadas as seguintes características: baixo nível de formalização; multiplicidade de comando; diversificação elevada e comunicações horizontais, verticais, diagonal. Seu funcionamento depende

muito do entendimento das pessoas sobre seus respectivos papéis dentro da estrutura organizacional, sendo especificadas as atribuições de cada gerente e especialistas no desenvolvimento dos trabalhos.

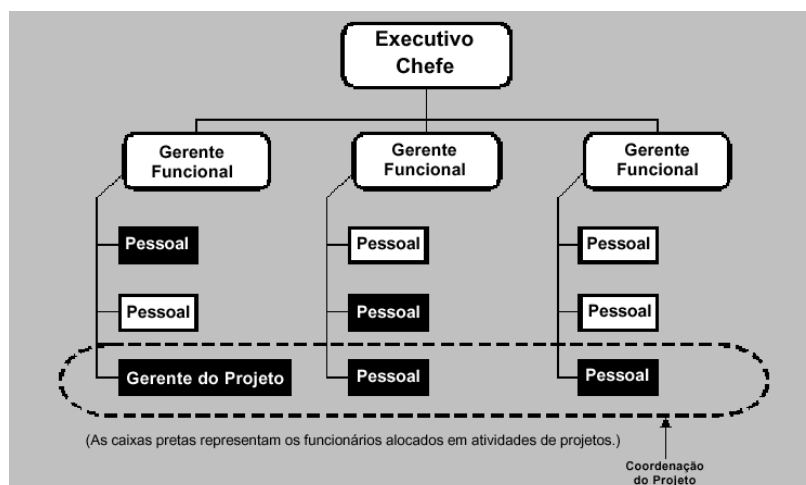
Figura 7 – Estrutura organizacional do tipo matricial forte



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Na organização matricial balanceada (Figura 8), o gerente de projeto não possui autoridade total sobre o projeto, nem sobre os recursos financeiros do mesmo. O gestor atua em tempo integral e conta com o apoio administrativo em tempo parcial (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

Figura 8 - Estrutura organizacional do tipo matricial balanceada.



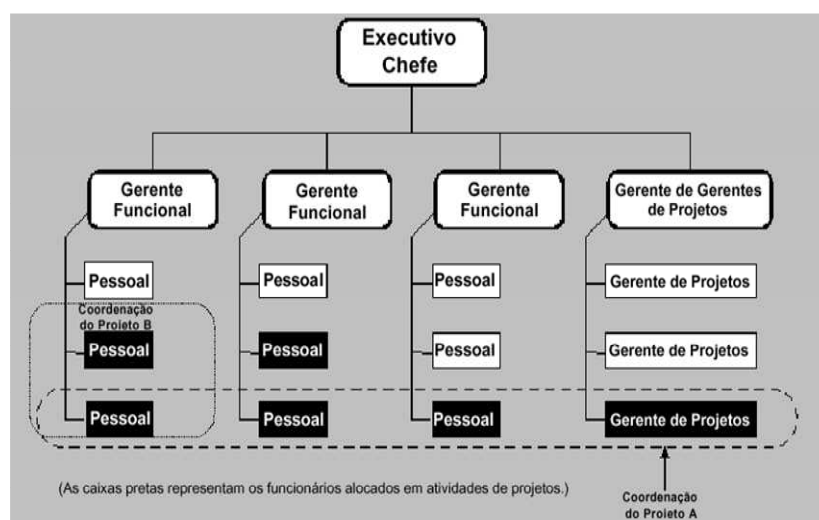
Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

A estrutura matricial é uma forma de manter as unidades funcionais, hoje, encontradas em grande parte das empresas, criando relações horizontais, que agilizam a comunicação entre elas (MENEZES, 2009).

O sucesso numa estrutura matricial depende de alguns fatores que, se forem bem trabalhados, facilitarão e permitirão implementar de forma mais satisfatória este tipo de estrutura, especialmente para vencer as resistências de estruturas funcionais, muito departamentalizadas. Essas se tornam grandes empecilhos na implantação de estruturas mais ágeis, flexíveis e com poder mais compartilhado (MENEZES, 2009).

A estrutura composta é usada, na maioria das organizações modernas, como mostrado na Figura 9 e mescla características da funcional e da projetizada.

Figura 9 - Estrutura organizacional do tipo composta.



Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Na estrutura composta, pode ser necessário criar uma equipe especial de projetos para empreender um projeto de caráter crítico, mesmo que a organização seja do tipo funcional. Esta equipe pode incluir pessoal em tempo integral proveniente de diferentes departamentos funcionais, desenvolver seu próprio conjunto de procedimentos operacionais e ainda trabalhar fora do padrão hierárquico estabelecido (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004).

Atualmente, quando uma empresa decide desenvolver um produto, várias áreas participam desse esforço: projetos, marketing, produção, administração, suprimentos, laboratórios. Para cada área, devem ser definidos os participantes do projeto, as atribuições e responsabilidades de cada membro

da equipe para ser gerada uma estrutura organizacional capaz de permitir relações interdisciplinares mais produtivas.

A estrutura da organização executora frequentemente restringe a disponibilidade ou as condições sob as quais os recursos se tornam disponíveis para o projeto. O Quadro 1, extraído do (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004), detalha as principais características relacionadas ao projeto da maioria das estruturas das organizações.

Quadro 1 - Influência da estrutura na organização dos projetos

Estrutura da organização Características do projeto	Funcional	Matricial			Por projeto
		Fraca	Balanceda	Forte	
Autoridade do gerente de projetos	Pouca ou nenhuma	Limitada	Baixa a moderada	Moderada a alta	Alta a quase total
Disponibilidade de recursos	Pouca ou nenhuma	Limitada	Baixa a moderada	Moderada a alta	Alta a quase total
Quem controla o orçamento do projeto	Gerente funcional	Gerente funcional	Misto	Gerente de projetos	Gerente de projetos
Função do gerente de projetos	Tempo parcial	Tempo parcial	Tempo integral	Tempo integral	Tempo integral
Equipe administrativa do gerenciamento de projetos	Tempo parcial	Tempo parcial	Tempo parcial	Tempo integral	Tempo integral

Fonte: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004

Com base no escopo e na gestão dos projetos, as organizações buscarão a garantia do sucesso no desenvolvimento de produtos industriais, investindo mais tempo no planejamento das atividades. Para tanto, é necessário definir os processos e metodologias a serem utilizadas, de modo a atender às expectativas dos clientes.

2.2 PROCESSOS E METODOLOGIA DE PROJETOS DE PRODUTOS

O processo de projeto de produtos constitui-se de um conjunto de atividades, procedimentos e regras que devem ser realizadas e aplicadas, sistematicamente, desde a definição do problema de projeto até a solução detalhada do produto (OGLIARI, 1999). Este processo envolve as etapas de projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado.

A metodologia de projeto de produtos possui elementos metodológicos, estruturados e organizados, de forma a suportar o raciocínio da equipe de projeto quando ela necessita entender e resolver um dado problema de projeto.

Na literatura, existem diversas proposições de metodologias de projeto, entre as quais se destacam os modelos propostos por Back (1983), Pahl e Beitz (1996) e Hubka e Eder (1996).

No Quadro 2, é apresentada a caracterização das metodologias sob abordagem de alguns autores.

Quadro 2 – Abordagem teórica de metodologias de projetos

Abordagem	Autores
ENGENHARIA SIMULTÂNEA (ES)	Clark e Fujimoto (1991); Back (1983); Ogliari (1999) Hubka e Eder (1996) e Pahl e Beitz (1996)
DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS (DIP)	Pugh (1990) Rozenfeld et al (2006)
NEGÓCIO BASEADO EM PRODUTO (PBB)	Baxter (1998)

Fonte: Próprio autor

Segundo Back (1983), o processo de projeto envolve as fases de estudo da viabilidade, projeto preliminar, projeto detalhado, revisão e testes, planejamento da produção, planejamento do mercado, planejamento para consumo e manutenção e planejamento da obsolescência do produto. O próprio Back et al (2008) apresenta, em obra mais recente, o projeto para meio ambiente, reciclagem e descarte. Em geral, as diversas denominações atribuídas (projeto para reciclagem, para desmontagem, para remanufatura, para sustentabilidade, dentre outros) apresentam como requisito fundamental minimizar a utilização de recursos naturais, geração de resíduos, riscos à segurança e à saúde e a degradação ecológica. Atualmente, essa preocupação deve ser relevante no processo de desenvolvimento de produtos industriais. Destas fases, consideram-se importantes e foco, deste trabalho, as fases de estudo de viabilidade e projeto preliminar.

No estudo da viabilidade, o objetivo é a elaboração de um conjunto de soluções úteis para os problemas de projeto, configurando-as na forma

conceitual. Desenvolvem-se, nesta fase, processos como análise de necessidades, síntese de soluções alternativas e análise de viabilidade técnica, econômica e financeira das soluções propostas. O estudo da viabilidade é análogo ao que se entende por projeto conceitual do produto (OGLIARI, 1999).

O projeto preliminar inicia-se com um conjunto de soluções úteis para o problema e termina com uma solução otimizada e simplificada para o produto. Desenvolvem-se, sob esse escopo, os seguintes processos principais: seleção da melhor solução, formulação de modelos de análise, análise de sensibilidade e compatibilidade das variáveis, otimização dos parâmetros de projeto, testes e previsão do sistema e simplificação do projeto (OGLIARI, 1999).

Dentre as metodologias de projeto, destaca-se, como uma das mais citadas, a metodologia proposta por Pahl e Beitz (1996). Nas proposições de Pahl e Beitz (1996), o processo de projeto é considerado sob as seguintes fases principais: planejamento do produto e esclarecimento da tarefa de projeto; projeto conceitual; projeto preliminar e projeto detalhado do produto.

Conforme proposta de Pahl e Beitz (1996), no planejamento do produto e esclarecimento da tarefa, o projeto inicia-se com a coleta das informações sobre os requisitos dos consumidores e geração das ideias iniciais para o produto. Essa fase termina com a elaboração detalhada da lista de requisitos de projeto e sua definição na forma de especificações de projeto.

No projeto conceitual, são conduzidos vários processos, a partir das especificações de projeto são estabelecidos os problemas de projeto na forma de funções do produto e encontradas as melhores soluções capazes de resolver as funções do produto. Essa fase termina com as soluções conceituais desenvolvidas e avaliadas (PAHL E BEITZ, 1996).

No projeto preliminar, o projetista inicia com a concepção selecionada e prossegue, sob vários processos, para transformá-la num layout definitivo do produto proposto, o qual deve satisfazer os requisitos técnicos e econômicos do projeto em questão (PAHL E BEITZ, 1996).

O layout definitivo representa a estrutura de construção do produto, ou seja, os tipos, as formas, o arranjo, as dimensões preliminares dos elementos construtivos do produto final, entre outros (OGLIARI, 1999).

Finalmente, no projeto detalhado, os elementos construtivos e suas características são tornados definitivos. Especificam-se os materiais, os

processos produtivos e elabora-se a documentação final do produto. Trata-se, portanto, da especificação da produção do produto (OGLIARI, 1999).

Desta forma, o processo de projeto de produtos pode ser entendido como um conjunto de procedimentos sistematizados, através dos quais, emprega-se ferramentas adequadas, busca-se uma solução que atenda às necessidades dos clientes e que contemple os aspectos, as recomendações, as imposições, as limitações, as restrições relacionadas aos distintos campos de conhecimento envolvidos nesta atividade (FERREIRA, 2004).

Diante das exigências da economia global, as companhias são forçadas a colocarem melhores produtos no mercado, mais rápido, a um custo reduzido e cada vez mais com menor impacto ambiental. A implantação de uma metodologia de projeto propõe a redução nos custos, possibilitando a identificação de erros e redução do tempo de desenvolvimento dos produtos (BAXTER, 1998). O antigo estilo de engenharia sequencial e linear não tem mais fundamento diante das necessidades de rápido atendimento às demandas.

Não há como engenheiros criarem projetos sozinhos e depois entregarem diretamente ao departamento de fabricação. As barreiras entre as diferentes partes da organização estão se dissolvendo à medida que os fabricantes pensam mais holisticamente em termos de processos empresariais integrados para o lançamento de novos produtos (ROZENFELD et al., 2006).

A elevada carga tecnológica, presente no mercado, impõe o constante aperfeiçoamento dos produtos atuais e o desenvolvimento de novos, para atender às necessidades dos consumidores de forma mais eficiente. Entretanto, a busca pela inovação cobre-se de ampla complexidade, que engloba as necessidades de constante insatisfação dos consumidores, o avanço da tecnologia e o dinamismo da legislação, dentre outros fatores.

Essas incertezas causam dependência entre as áreas da organização, pois requerem entradas de dados e cooperação entre os agentes dos diversos departamentos funcionais, como Marketing, Produção, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Controle de Qualidade, no intuito de alcançar um desenvolvimento de projeto de produtos integrado (ROZENFELD et al., 2006).

Todo o processo de desenvolvimento de produtos, baseado na Engenharia Simultânea, envolve a participação de diferentes profissionais

(ROZENFELD et al, 2006), como designers, engenheiros de produto, engenheiros de fabricação e processo. Considerando que para:

[...]que a comunicação entre estes profissionais ocorra de forma eficiente e a validação do projeto seja realizada com segurança, a concepção dos produtos deve ser executada a partir de dados precisos que podem ser definidos na fase do projeto informacional e conceitual (ROZENFELD et al, 2006, p. 283).

O resultado das fases informacional e conceitual poderá garantir resultados satisfatórios nas fases de detalhamento.

O projeto integrado, que considera o tempo de vida de um produto como um todo, inclusive a forma como será descartado (ROZENFELD et al, 2006), provoca mudanças na concepção de muitos deles e estão sendo projetados para serem desmontados facilmente ao perderem a sua utilidade, o que, conseqüentemente, tende a facilitar a manutenção durante sua vida útil e desta forma, estendê-la.

A utilização de ferramentas tecnológicas na fase de concepção propõe oferecer um maior auxílio na definição dos componentes, na montagem e desmontagem, na análise estrutural da forma e função, de modo a agilizar todo processo de desenvolvimento do produto (PDP). O PDP pode ser definido como:

[...] uma atividade sistemática necessária, da identificação de necessidades de mercado/usuários até a venda do produto que atenda com êxito àquela necessidade – uma atividade que abrange produto, processo, pessoas e organização” (PUGH apud BARBALHO, 2006, p.34).

Há diversas definições para o processo de desenvolvimento de produtos, sendo que cada uma segue uma abordagem similar em relação às etapas. Clark e Fujimoto ampliam o conceito de Pugh, quando sugere em seu conceito que os dados de entrada provêm do mercado e da tecnologia, enfatizando o caráter informacional do processo, definindo como um “[...] processo pelo qual uma organização transforma dados sobre oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em informações de valor para a produção comercial” (CLARK e FUJIMOTO apud BARBALHO, 2006, p.34). Silva e Rozenfeld (2003, p. 7), afirmam que:

[...] o processo de desenvolvimento de produtos (DP) é constituído por quatro dimensões, que devem ser trabalhadas de forma integrada: a Estratégia ...; a Organização...; as

Atividades / Informações...; e Recursos (as técnicas, métodos, ferramentas e sistemas utilizados para apoiar o DP).

Considerando as quatro dimensões citadas, é necessário que seja feito um planejamento prévio para um desenvolvimento integrado de produtos, suportado por uma metodologia sistemática, de modo que todo processo seja monitorado e adequado à realidade da empresa. Para Rozenfeld et al (2006), o planejamento de um projeto reside no uso de técnicas e ferramentas que visam alocar recursos para a realização das tarefas e atividades do projeto.

O desenvolvimento integrado de produtos (DIP), em parceria com a engenharia simultânea, destaca-se pela concepção de alternativas bem definidas e alinhadas pelas equipes multidisciplinares, onde todos contribuem com informações técnicas imprescindíveis para resultados satisfatórios.

O *Defense Advanced Research Project Agency* (DARPA) define o conceito de Engenharia Simultânea como uma abordagem sistemática e integrada para o projeto de produtos e para todos os processos relacionados, incluindo a manufatura. A ênfase está no atendimento às expectativas dos clientes e cooperação multifuncional, de modo que as decisões relacionadas com as etapas do ciclo de vida do produto sejam feitas de maneira simultânea, sincronizada e consensual, desde as primeiras etapas do desenvolvimento do produto.

Na engenharia simultânea, a empresa deve compor uma força tarefa que trabalha no desenvolvimento integrado do produto desde o seu início. Normalmente, conta com a participação permanente de: designers, engenheiros de projetos de produto, engenheiros de fabricação/produção, pessoal de marketing, pessoal de compras e finanças e principais fornecedores de equipamentos de fabricação e de componentes / insumos.

Ferreira (2004) afirma que a engenharia simultânea possibilita a redução do ciclo de desenvolvimento (1/2 a 1/3), redução do número de modificações de engenharia (1/2 a 1/4), redução dos custos de lançamento no mercado (diminuição de *recall's* e serviços de garantia), satisfação das necessidades e desejos do consumidor, melhoria da manufaturabilidade, surgimento na empresa de uma linguagem comum de desenvolvimento e construção de documentação consistente.

Para apoiar a engenharia simultânea, existem distintas ferramentas, entre as quais destacam-se (FERREIRA, 2004):

- QFD - *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função Qualidade);
- TRIZ - *Theory of Inventive Problem Solving* (Teoria da Solução Inventiva de Problemas).
- DFMA - *Design for Manufacturing and Assembly* (Projeto para Fabricação e Montagem)
- FMEA - *Failure Modes Effects and Analysis* (Análise de Modos e Efeitos de Falha)
- CAD/CAE/CAM - *Computer Aided Design, Engineering, Manufacturing* (Projeto, Engenharia e Manufatura Auxiliados por Computador)

Segundo Ferreira (2004), o QFD é uma ferramenta para o desenvolvimento da qualidade do projeto dirigida para a satisfação do consumidor. Busca traduzir as demandas do consumidor em metas de projeto e pontos prioritários para a garantia da qualidade a serem utilizados no estágio de produção. Em outras palavras, esta ferramenta fornece como um dos resultados, os requisitos de projeto mais importantes, através da realização do seu relacionamento com as necessidades dos clientes.

A Casa da Qualidade, que é o nome dado a primeira matriz do QFD, é uma maneira de compreender em maiores detalhes o que os clientes querem, para determinar qual é a melhor forma de atender aos seus desejos com os recursos disponíveis (AKAO apud FERREIRA, 2004).

A primeira matriz do QFD busca fornecer meios para considerar as informações provenientes dos distintos campos de conhecimento envolvidos no desenvolvimento do produto de forma sistemática e simultânea, assegurando, assim, a qualidade do produto. Neste sentido, considerando a filosofia do QFD, é proposta uma série de tarefas, as quais, a partir da consideração das necessidades dos clientes, recomendam uma análise dos produtos concorrentes com o objetivo de estabelecer metas de qualidade do novo produto, requisitos de projeto mais importantes, contradições de projeto do produto e fatores de dificuldade de implementação (FERREIRA, 2004).

O QFD pode fornecer dados importantes para ser utilizado junto com a TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas), que é uma ferramenta de auxílio à criatividade dentro do processo de projeto. Ferreira e Forcellini (2000) afirmam que pode ser empregada na etapa de geração de alternativas de concepção do produto, visando eliminar as contradições entre os requisitos de

projeto. Além disso, a TRIZ pode ser empregada com o intuito de otimizar o produto, isto é, introduzir modificações ao mesmo, visando melhorar a sua performance para atingir os requisitos do projeto (FERREIRA E FORCELLINI, 2000).

Ferreira e Forcellini (2000) ressaltam que, no processo de geração de alternativas, é empregada a Matriz de Contradição da TRIZ juntamente com a Primeira Matriz do QFD. Para isto, deve-se identificar, na Matriz de Correlação do QFD, as contradições existentes entre os requisitos de projeto. Posteriormente, são associados os requisitos em contradição aos parâmetros de engenharia da TRIZ. Empregando a Matriz de Contradição da TRIZ, obtêm-se os princípios inventivos da TRIZ. Finalmente são gerados os princípios de solução que, combinados, originam as alternativas de concepção do produto.

Para seleção de alternativas, o autor Romeiro Filho (2010) apresenta, em seu estudo, algumas ferramentas e informações empregadas para auxílio à tomada de decisão no Quadro 3.

Quadro 3 - Ferramentas e informações empregadas para auxílio à tomada de decisão

Fase/Etapa de desenvolvimento		Ferramentas/Informações
Pré-desenvolvimento		Análise de benchmark, validação com potenciais parceiros e fornecedores, testes laboratoriais, matriz GE e consulta a especialistas.
Desenvolvimento	Projeto Informacional	Avaliação de especialistas, matrizes de tomada de decisão, sistemas CAD (Computer Aided Design), protótipos, testes laboratoriais e consultas a especialistas.
	Projeto Conceitual	Sistemas CAD e CAE (Computer Aided Engineering) protótipos, testes laboratoriais, testes físicos e consultas a especialistas.
	Projeto Preliminar	Sistemas CAM (Computer Aided Manufacturing) testes físicos e consultas a especialistas.
	Projeto Detalhado	Pesquisas com cliente para avaliação do grau de aceitabilidade/satisfação do produto.
	Preparação da produção	Pesquisa com a rede de assistência técnica para avaliação do grau de satisfação do produto relacionado ao uso e manutenção (defeitos) do produto.
Lançamento do produto		
Pós-desenvolvimento – uso/manutenção		

Fonte: ROMEIRO FILHO, 2010

A utilização de ferramentas é uma atividade inerente às boas práticas de gestão de projetos. Permite sistematizar o processo, fornecendo evidências documentais da execução dos serviços, além de favorecer a otimização do tempo e custo no desenvolvimento dos produtos.

Kerzner (2006) afirma, ao fazer referência aos projetos direcionados aos setores de aeroespaciais e de defesa, que qualquer metodologia para o desenvolvimento de novos produtos deve ser integrada a um gerenciamento de custos e a um sistema de controle eficazes. Ainda enfatiza:

A extrapolação de custos de que ouvimos falar com frequência quando se trata de projetos para desenvolvimento de novos produtos para o governo não pode ser necessariamente atribuída a uma gestão de projetos ineficaz ou a um controle de custos inadequado, mas mais às mudanças de escopo e aos aperfeiçoamentos.” (KERZNER, 2006, p. 88)

As solicitações dos clientes têm que ser atendidas dentro do que é viável tecnicamente, e, para deixá-los satisfeitos, as empresas buscam respaldo nas boas práticas de gerenciamento de projetos. Estas podem aparecer nas “[...] relações de trabalho, no desenho de modelos e na forma como as metodologias de gestão de projetos são usadas e implementadas.” (KERZNER, 2006).

Tendo em vista a implementação das boas práticas de gerenciamento, em consenso com o PMBOK, Rozenfeld et al. (2006) apresenta um modelo de referência do processo de desenvolvimento de produtos que contempla as seguintes etapas, esquematizado na Figura 10:

- Pré-desenvolvimento – planejamento estratégico dos produtos; planejamento do projeto;
- Desenvolvimento – projeto informacional, conceitual e detalhado; preparação da produção;
- Pós-desenvolvimento – acompanhar o produto; descontinuar o produto;

Figura 10 – Esquema do processo de desenvolvimento de produtos



Fonte: ROZENFELD et al., 2006

As fases de projeto conceitual e detalhamento do produto compreendem a etapa de concepção, sendo definidas no planejamento do projeto quais

ferramentas poderão auxiliar o seu desenvolvimento. Cada empresa busca aplicar uma metodologia de projeto adequada à sua capacidade tecnológica e cultura organizacional.

Anastassova; Burkhardt (2009) afirma que, para ser eficiente, a introdução de uma tecnologia deve ser acompanhada por transformações organizacionais. A organização deve adotar uma visão mais ampla de gestão do conhecimento da empresa e deve esforçar-se para a integração do diagnóstico e revisão do conhecimento em fases muito iniciais da concepção. O designer de produtos, principal especialista da fase conceitual, tem uma participação intensiva neste processo.

Etapa Conceitual

Na fase de desenvolvimento, a equipe de projeto, com base nas informações oriundas da fase de pré-desenvolvimento, especificamente, o “*briefing* do produto”, busca a obtenção de um produto físico. Além disto, em paralelo às etapas de projeto preliminar e detalhado, a empresa já deve dar início ao processo de preparação da produção do produto.

A fase de projeto informacional inicia-se com o levantamento das necessidades dos clientes, as quais posteriormente são transformadas em requisitos de projeto. Nesta fase, também são estabelecidos valores e parâmetros para estes requisitos e definidas as especificações de projeto do componente. Estas especificações podem ser vistas como sendo um conjunto de informações, as quais constituem a base para a execução do projeto conceitual do produto (FONSECA, 2000).

Segundo Baxter (1998), estudos apontam que produtos com especificações bem definidas, em termos de funções, tamanhos, potências e outros aspectos, têm o triplo de chance de sucesso, em relação aos que apresentam especificações formuladas inadequadamente.

Em termos econômicos, no início do processo de projeto, devem ser considerados os custos do ciclo de vida de produtos. Blanchard e Fabrycky (1990) apontam que, nas fases iniciais de projeto são definidos cerca de 70-80 % dos custos do ciclo de vida do produto. Este número mostra a importância da

realização da análise, estimativa e avaliação mais detalhada do custo de produtos no início do processo de projeto.

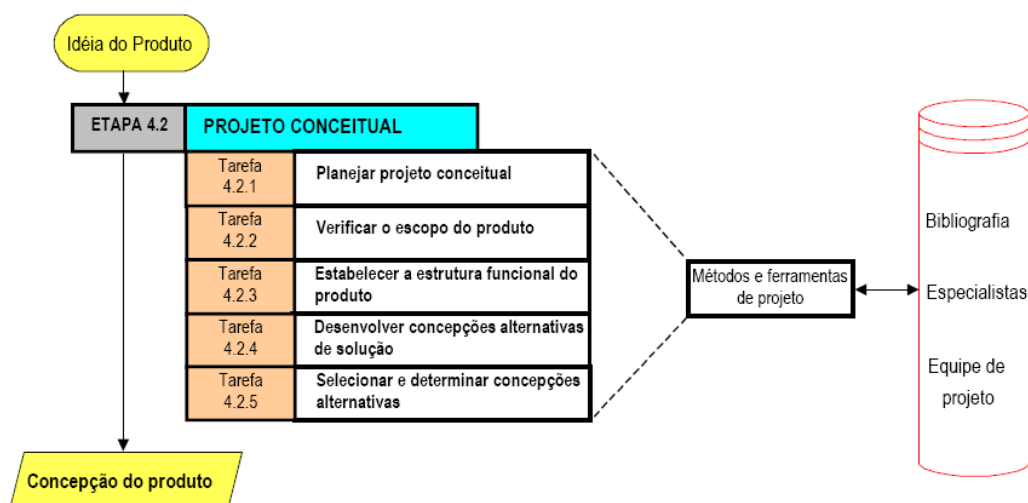
Por outro lado, observa-se que, devido ao número baixo de informações concretas disponíveis e o seu elevado grau de abstração, a análise, estimativa e avaliação dos custos nas fases iniciais de projeto tornam-se atividades complexas e com elevado risco (FERREIRA, 2004).

As decisões tomadas, ao longo do processo de desenvolvimento do produto, devem contemplar valores de custo determinados na fase anterior e, principalmente, o valor do custo-meta do produto. Com base neste custo, o projeto do produto deve ser desenvolvido, de forma que o resultado tenha a qualidade requerida para satisfazer as necessidades dos clientes e, conseqüentemente, possa gerar o lucro alvo necessário, dadas as condições de mercado existentes (MONDEM, 1999).

No projeto conceitual, a equipe formada por designers e engenheiros, estará comprometida com a busca, criação, representação e seleção de alternativas para o problema de projeto, inclusive com o valor do custo-meta do produto. Essa busca também é feita a partir de pesquisas de concorrentes e similares.

Para garantir a obtenção de uma concepção do produto adequada, Forcellini (2002) propõe um conjunto de tarefas e atividades na Figura 11.

Figura 11 – Conjunto de tarefas e atividades – Projeto Conceitual (FORCELLINI, 2002)



Fonte: FORCELLINI, 2002

Vários autores (FORCELLINI, 2002; BAXTER, 1998; ROZENFELD et al., 2006) definem que a criação é direcionada pelos requisitos e especificações de projeto, utilizando métodos de criatividade, tais como: métodos sistemáticos (busca na literatura, análise de sistemas naturais, análise de sistemas técnicos, analogias, etc), métodos intuitivos (*brainstorming*, *Delphi*, sinergia, entre outros) e métodos discursivos (matriz morfológica e catálogos técnicos, etc.). O desenvolvimento destas concepções pode ser realizado sob a forma de *rendering*, *sketches*, esquemas, leiaute de produtos, princípios de solução, dentre outros.

Os croquis e desenhos podem ser manuais ou auxiliados por computadores, geralmente integrados com a criação. A seleção da alternativa baseia-se no atendimento às necessidades ou requisitos definidos (ROZENFELD et al., 2006).

Para assegurar que a concepção selecionada atenda às reais necessidades dos clientes, é importante realizar uma avaliação das mesmas em relação a critérios técnicos e considerando o custo estimado destas concepções, de forma integrada, segundo os preceitos da Engenharia Simultânea (FERREIRA, 2004).

A consideração de aspectos técnicos e econômicos na geração de alternativas de concepção pode evitar a necessidade de realizar alterações futuras no projeto do produto, além da concepção resultante apresentar características que facilitem a sua manufatura. Como resultado, as concepções inadequadas podem ser previamente descartadas.

Com isso, o investimento em desenvolvimento de produtos deve ser conduzido de forma sistemática, organizada e consciente. Caso isto não ocorra, a empresa pode estar sujeita a perdas no desenvolvimento de produtos. As perdas podem estar relacionadas aos recursos empregados no desenvolvimento de produtos que não chegam a ser produzidos, na construção de protótipos desnecessários, mudanças tardias no projeto, demora no lançamento do produto no mercado (*time-to-market* elevado) e projeto de características desnecessárias para que o produto apresente a qualidade e desempenho desejados (FERREIRA, 2004).

A qualidade, na visão popular, pode ser discutida, sentida e julgada, mas não pode ser medida, controlada, nem gerenciada. Na visão do profissional do

design, aspectos relacionados com os requisitos designados para o produto devem ser medidos, definidos, monitorados, gerenciados e melhorados (PADILHA et al, 2010).

Diante da visão profissional, a criação de novos produtos ou adequação dos existentes através da geração de novos conceitos, uso de novas tecnologias, aplicação de parâmetros financeiros, definição de categorias e produtos, além da implantação do diferencial como estratégia de marketing são características específicas do design (FERREIRA, 2004). Por sorte, a formação do designer sempre pregou a parceria, a interdisciplinaridade, o trabalho em equipe e, para tal, as várias especialidades técnicas e das engenharias estão disponíveis para estarem integrados aos projetos (FERREIRA, 2004).

Diante das contribuições, o design está se consolidando cada vez mais como elemento fundamental no desenvolvimento estratégico das empresas, viabilizando a produção de produtos e o uso de novas tecnologias. O design é um meio para a satisfação das necessidades e desejos dos indivíduos através dos benefícios dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas. Também é importante para a empresa, pois auxilia na diferenciação dos concorrentes, ou melhor, auxilia na adequação entre a oferta (empresa) e a demanda (clientes).

Segundo o *Internacional Council Design of Societies of Industrial Design* (ICSID), a atividade criativa do designer, cujo objetivo é determinar as propriedades formais dos objetos produzidos industrialmente, não considera apenas as características exteriores, mas também as relações estruturais e funcionais que fazem de um objeto uma unidade coerente, tanto do ponto de vista do produtor como do consumidor. Ou seja, também participa da configuração do projeto: são as instruções, os desenhos, os modelos e os protótipos. É a própria estrutura, a composição de formas, cores, materiais e superfícies (HESKETT, 1989).

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o projeto detalhado, muitas vezes, está bastante integrado à fase de conceito do produto, pois os sistemas, sub-sistemas e componentes (SSCs) gerados no projeto conceitual são avaliados separadamente e depois o todo, ou seja, o conjunto é analisado para chegar à definição de um produto que seja viável para produção.

Há metodologias de projetos que consideram uma fase intermediária entre o projeto conceitual e o projeto detalhado, chamado projeto preliminar,

em que são validados todos os dados da especificação do produto para dar continuidade ao processo.

O projeto preliminar do produto inicia com uma solução avaliada técnica e economicamente (BACK et al. 2008). A intenção é satisfazer uma dada função com a forma dos componentes, layout e materiais apropriados. Back et al. (2008) ainda detalha que “o processo inicia com um layout preliminar, em escala, baseado nos requisitos espaciais, e prossegue considerando critérios de segurança, ergonomia, produção, montagem, operação, manutenção e custos”, também intrínsecos às atividades de concepção, ou seja, todo processo precisa estar integrado.

Segundo Lorenz (apud Hansen, 2004), o designer está envolvido do princípio ao fim com os processos de concepção, desenvolvimento, produção e lançamento do novo produto. Afirma também que as atividades do designer compreendem atitudes e habilidades interdisciplinares.

Bertoncello e Gomes (2002) afirmam que, a um novo produto, podem ser atribuídos níveis de baixa, média ou alta complexidade tecnológica. Os produtos considerados de nível baixo permitem que quase todos os problemas sejam resolvidos individualmente pelo designer. Aranda; Jung; Caten, (2008) afirma que isto ocorre quando o novo produto é resultante do projeto, cuja solução funcional e formal não existe em produto similar industrializado ou comercializado. Ou seja, um sistema com poucos componentes e sem muitas restrições projetuais (material, fabricação, etc).

Em produtos de média complexidade tecnológica, já existe a necessidade do designer buscar auxílio de profissionais de outras áreas, para a resolução de problemas específicos, estes não incluídos em seu campo de conhecimento (BERTONCELLO e GOMES, 2002).

Nos produtos de alta complexidade tecnológica, o designer participa da resolução de alguns componentes do produto e de forma mais ampla na abordagem conceitual e metodológica (BERTONCELLO e GOMES, 2002).

Segundo estudos de Oprime; González e Toledo,. (2009), a complexidade dos produtos pode ser diferenciada pelo número de componentes na sua estrutura e interligação entre eles, o que afeta diretamente o desempenho da produção (medida em gastos de horas trabalhadas). Ainda afirma que “quanto maior for a eficácia do projeto de

produto, menores serão as mudanças na etapa de fabricação, menores os índices de retrabalho e, conseqüentemente, menor custo de produção”.

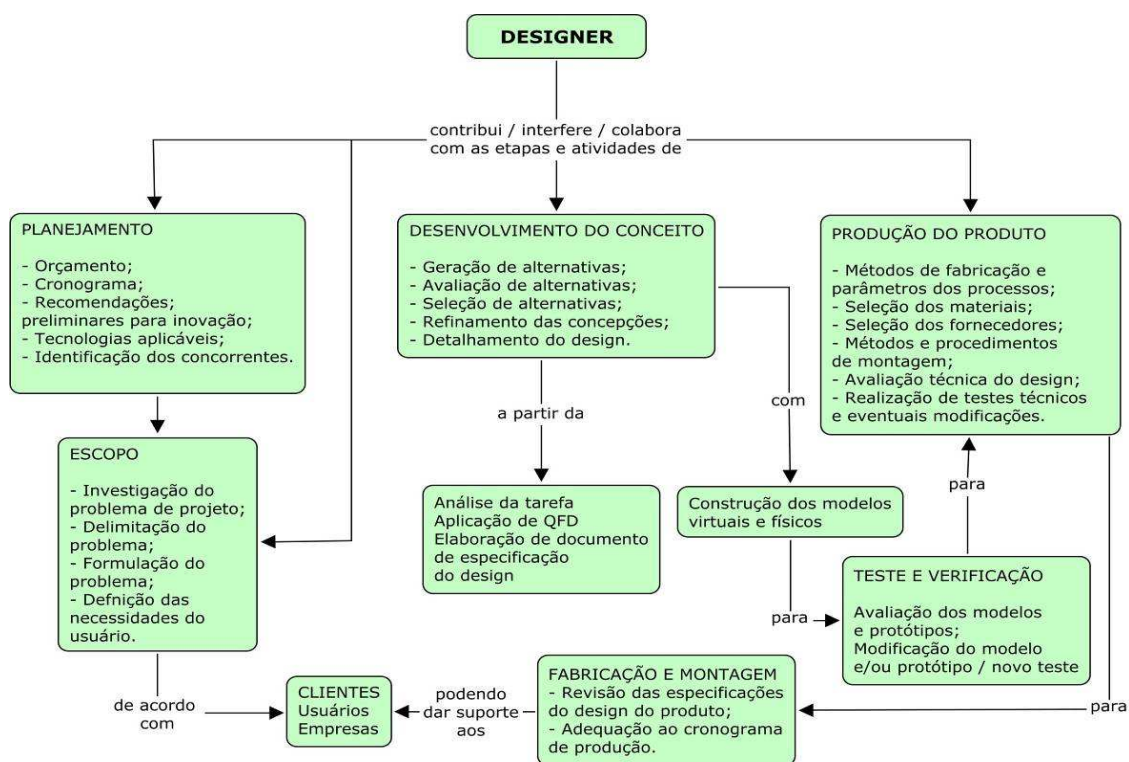
No que se refere às recomendações ergonômicas, o designer não pensa apenas no usuário final, mas também no operário que atua no processo de produção, utilizando-se das recomendações do Projeto Orientado a Montagem (DFA), do Projeto Orientado a Desmontagem (*DFD – Design For disassembly*) e do Projeto Orientado a Manutenção (*DFM – Design For Manufacturing*) que visa facilitar a reutilização de peças e componentes (KINDLEIN JR.; PLATCHECK; CÂNDIDO, 2011).

Segundo Kindlein Jr.; Platcheck; Cândido, (2011), no processo de concepção de produtos, os designers podem também tomar como base as diretrizes e regras do DFMA (*Design for manufacturing and Assembly*), que é a junção do DFA e DFM, o qual considera que o projeto de produto e o planejamento da produção acontecem simultaneamente. Essa ferramenta metodológica visa reduzir a quantidade, a diversidade de componentes, a redução de processos, a otimização no manuseio, e, principalmente, facilitar a montagem das peças e partes (KINDLEIN JR. ; PLATCHECK; CÂNDIDO, 2011). Ou seja, todo o processo precisa do suporte e parceria de engenheiros de produto e produção.

Com base no modelo de referência de Rozenfeld et al (2006), o designer contribui com informações nas fases de pré-desenvolvimento (Planejamento, definição do escopo), desenvolvimento (projeto informacional, conceitual e detalhado; preparação da produção;) e pós-desenvolvimento (acompanhar o produto) quando necessário, podendo fazer novos ajustes ou atender às solicitações de melhorias provenientes de informações dos clientes.

Diante do exposto, o designer contribui de alguma forma em todas as etapas do PDP. Na Figura 12 é apresentada uma adaptação de uma metodologia centrada no usuário proposta por Soares (2000), de modo que as intervenções do designer acontecem nas várias etapas do desenvolvimento de produtos.

Figura 12 – Esquema da participação do Designer nas fases de desenvolvimento de produtos



Fonte: adaptado de SOARES, 2000

O designer troca informações com a equipe de planejamento para contribuir com a construção do plano de trabalho, estimando o tempo que deverá ser dedicado de acordo com a problemática do projeto abastecida por meio do briefing fornecido pelo cliente (empresa) ou pesquisa de mercado (usuário do produto).

Na fase conceitual, o designer tem total integração com os profissionais responsáveis pela produção do produto e fabricação e montagem, pois são fornecidas informações importantes referentes à seleção de materiais e processos de produção que poderão definir algumas restrições na geração de alternativas. Isso proporcionará uma garantia de atendimento aos requisitos apresentados pelo cliente ou mercado.

Com a construção dos modelos físicos ou virtuais, é possível uma discussão mais efetiva da funcionalidade do produto, além de certificar e validar a montagem do produto.

Na fase de desenvolvimento do conceito, o designer pode recorrer aos recursos tecnológicos para agilizar o processo e proporcionar melhor

apresentação das propostas conceituais, como ferramentas CAD, softwares de tratamento de imagens, como *Photoshop* e mesa digitalizadora.

Na atividade de geração dos modelos virtuais, os arquivos da modelagem 3D do produto podem ser manipulados para garantir melhor visualização das propostas, tornando-o com aparência quase real se renderizados. Nos modelos físicos, os arquivos 3D gerados são convertidos para um software que acompanha as máquinas de prototipagem e são configurados para impressão em camadas, gerando a construção do objeto.

Os recursos tecnológicos serão detalhados a seguir, sendo apresentadas suas aplicações e opções existentes no mercado para colaborar com o processo na fase conceitual.

2.3 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Com o apoio da metodologia, as indústrias estão buscando reduzir o tempo no desenvolvimento dos projetos de produtos e encontram, nas ferramentas tecnológicas, um meio de agilizar o processo. Dentre as tecnologias, estão as ferramentas CAD, a Prototipagem Rápida (PR), a Engenharia Reversa (ER), a Realidade Virtual (RV) e a mesa digitalizadora.

2.3.1 Ferramentas CAD

Conforme encontrado em diversos estudos aqui apresentados, as ferramentas tecnológicas têm tido uma participação fundamental no processo de desenvolvimento integrado de produtos. Uma de suas vantagens é permitir a integração durante toda etapa de desenvolvimento. Os sistemas CAD, CAM e CAE tornam-se ferramentas indispensáveis para que os produtos possam ser rapidamente projetados a um custo viável (ROMEIRO FILHO, 2010).

Os sistemas também podem ser direcionados ao suporte de atividades de análise, arquivamento e monitoramento de dados, planejamento, gerenciamento e controle, permitindo um acompanhamento integrado e maior confiabilidade dos dados de projeto. Através da gestão das informações, também é possível disseminar as experiências de projetos já realizados, de

modo a contribuir com dados para novos projetos similares dentro da organização (SILVA e ROZENFELD, 2003).

Um exemplo de uso de ferramentas tecnológicas é a criação do software Cadam pela fábrica de aviões Lockheed nos anos 60, que pode ser considerado o precursor de todos os sistemas CAD/CAM e CAE atuais. Hoje esse produto e sua mais nova atualização, o CATIA, são desenvolvidos pela Dassault Systèmes. São softwares que integram a categoria *high-end* do mercado. O CATIA é um dos softwares que está em destaque atualmente no processo de desenvolvimento de produtos da indústria automobilística e aeroespacial (CLARKSON, 1994)

O CAD pode reduzir o tempo gasto no projeto, o número de protótipos que precisam ser feitos e, dependendo do tipo de produto, o número de moldes a serem fabricados antes de chegar à versão definitiva, buscando garantir a qualidade do produto.

Uma característica bastante importante dos sistemas CAD é a capacidade de trabalhar com projeto parametrizado. A parametrização permite que o projetista faça apenas um projeto para cada peça, independente do seu tamanho. Depois, esse projeto pode ser redimensionado automaticamente pelo CAD adaptando as formas ao tamanho requisitado (HEDBERG, 1994).

Uma empresa de origem alemã, fabricante de parafusos, porcas e outros elementos de fixação, buscou um software de CAD, em 1991, com a inusitada exigência, para a época, de que o sistema deveria ser capaz de gerar um desenho técnico a cada três minutos, a partir de informações armazenadas em um banco de dados.

As peças que a empresa produz têm uma geometria muito simples, mas a variedade de modelos e tamanhos é bastante ampla, podendo confundir os arquivistas de documentos técnicos. Combinando todas as opções de roscas, cabeças de parafusos, diâmetros e comprimentos possíveis, o catálogo da empresa oferecia um milhão de possibilidades diferentes, sendo padronizados através do novo sistema para garantia de qualidade e pronto atendimento aos clientes (HEDBERG, 1994).

Dentre os softwares de modelagem 3D mais utilizados pelas empresas de desenvolvimento de produtos, estão o CATIA, o Solidworks, o NX e, mais voltado à fase de geração de alternativas, o Rhinoceros e Shape Studio (NX).

É importante que as ferramentas definidas para o projeto do produto sejam integradas, ou seja, os sistemas precisam ser compatíveis no momento da exportação dos dados para evitar retrabalhos.

Tovey; Porter e Newman (2003) propuseram que a concepção de produtos utilizando os sistemas CAD para apoiar o desenvolvimento do conceito deve levar em conta a importância da atividade de esboço. A intenção da pesquisa foi investigar se as linhas dos desenhos poderiam formar a base para uma ferramenta de CAD 3D produzindo a geometria a partir dos esboços, e ver se o sombreado tinha o potencial para fornecer informações secundárias para facilitar a modificação da superfície desta geometria.

Após observações do processo de criação dos desenhos e pesquisa com designers profissionais e estudantes, Tovey; Porter e Newman (2003) chegaram à conclusão de que a mistura pragmática de técnicas que estão sendo empregadas pelos designers na fase de conceito colabora para a inclusão de um processo de modelagem 3D. Esta pode aumentar a qualidade ao invés de substituir desenhos convencionais, a partir de um processo híbrido.

Algumas ferramentas CAD possuem módulos que agilizam o processo de modelagem 3D das concepções geradas no modo tradicional (à mão). Os *sketchs* ou esboços do produto podem ser concebidos em duas ou três vistas principais e importados, através dos arquivos gerados da digitalização dos esboços utilizando um escaner. Posteriormente, o designer gera os principais parâmetros construtivos do conceito na plataforma virtual.

O modelo 3D virtual poderá ser alterado quantas vezes forem necessárias e geradas novas alternativas a partir de uma matriz, fazendo pequenas intervenções no conceito inicial.

Esse processo permite que o designer consiga gerar mais alternativas em menos tempo, com formas bem definidas e volume coerente com a necessidade especificada nos requisitos, facilitando posteriormente o processo de engenharia do produto.

O Rhinoceros e o módulo Shape Studio do NX são plataformas que oferecem ao designer maior liberdade para criação de novas formas para os produtos.

O software Rhinoceros é dedicado à modelagem de superfícies complexas que, através da tecnologia NURBS (*Nom-uniform rational b-splines*),

permite a obtenção de formas e o desenvolvimento (modelagem) do produto com mais agilidade. O Rhinoceros possibilita a edição de superfícies e curvas por pontos de controle, permitindo adicionar detalhes complexos simplesmente arrastando um ponto ou um conjunto deles (GRAPHO, 2011).

Para definir os requisitos formais e técnicos necessários para a engenharia dos produtos, os modelos gerados no Rhinoceros são exportados para outros softwares de modelagem 3D, tais como Solidworks e Catia, sem perda de informações e sendo possível editá-los, agilizando o processo.

O Solidworks possui uma ferramenta importante para troca de informações entre os clientes internos e externos. O *eDrawing* foi criado para facilitar o processo de comunicação e revisão de projetos via e-mail. Com o *eDrawing*, é possível enviar por email arquivos autoexecutáveis que permitem a visualização de desenhos 2D ou modelos 3D, sem que o destinatário possua qualquer *software* de visualização. (SOLIDWORKS, 2011).

O recurso permite visualizar, fazer comentários, revisões e medições nos desenhos. Essa ferramenta elimina as barreiras comuns de comunicação e reduz os custos e possibilidades de erro (SOLIDWORKS, 2010).

O *software* Shape Studio propõe eliminar a necessidade de conversão de dados, que, muitas vezes, leva a duplicação de esforços causados pela perda de dados e interpretação da intenção do projeto. Oferece condições de manter o controle do projeto durante todo o ciclo de desenvolvimento do produto, fornecer associatividade incorporada permitindo mudanças de projeto a ser propagada automaticamente para aplicações posteriores (EXPERTCAM, 2011).

O Shape Studio fornece um conjunto abrangente de ferramentas de visualização e renderização, maximizando os recursos gráficos, além de aproveitar o poder da comunicação via internet através do fornecimento de ferramentas avançadas de visualização e edição (EXPERTCAM, 2011).

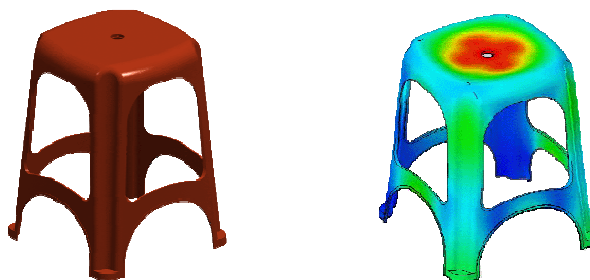
Para fase Conceitual, os recursos CAD que oferecem integração com todas as etapas de projeto podem reduzir os custos humanos e financeiros, pois diminuirá os re-trabalhos na fase de detalhamento, além de problemas na conversão de arquivos.

A integração do CAD com softwares de CAM, por exemplo, geram automaticamente os programas de comando numérico (CN) para a usinagem

da peça ou do molde a ser usado na sua fabricação, agilizando o processo de desenvolvimento de produtos. Já os softwares CAE são ferramentas que permitem simular o funcionamento do produto, analisando esforços estruturais, comportamento térmico, resistência a choques e outros aspectos (LEAKE e BORGERSON, 2008).

Na fase de detalhamento são definidas as estruturas do produto utilizando sistemas integrados CAD, CAM e CAE que, pela representação tridimensional de modelos sólidos do produto e seus componentes, permitem a realização de vários tipos de análises. Na Figura 13, estão representados exemplos de representações gráficas 3D de um produto, incluindo uma análise estrutural utilizando um software CAE.

Figura 13 – Representação tridimensional de banquetta plástica e simulação do uso



Fonte: SENAI CIMATEC

Os softwares de CAE para a área de mecânica utilizam, em sua maioria, o chamado método de elementos finitos, que consiste em fragmentar a peça em estudo, em células minúsculas. Cada uma dessas células tem seu comportamento estudado através de um enorme volume de cálculos matemáticos. Os pacotes CAD, CAM e CAE *high-end* incluem módulos que realizam esse tipo de análise, mas há também produtos específicos para essa aplicação, como o Algor e Nastran. São softwares capazes de proporcionar ganhos expressivos em qualidade e custo (CLARKSON, 1994).

O Moldflow, empregado no projeto de moldes para injeção de plásticos, por exemplo, permite reduzir o tempo gasto na injeção de uma peça em 20% a 30%, tipicamente. “É como se a empresa ganhasse uma injetora adicional para cada grupo de cinco que ele possui”, afirma Clarkson (1994). Todos esses softwares melhoram a qualidade dos produtos ao permitirem que os projetistas antevejam possíveis falhas e modifiquem o projeto de maneira a evitá-las.

Na criação de um protótipo virtual, o produto gerado em um CAD 3D através de modelagem sólida, permite a visualização das soluções de design, simulações de funcionamento, verificação das interferências entre componentes, aplicação de cores, encaixes, etc (ROMEIRO FILHO, 2010).

2.3.2 Tablete gráfico ou Mesa Digitalizadora

A mesa digitalizadora é um dispositivo periférico que permite desenhar imagens diretamente no computador, geralmente através de um software de tratamento de imagem. O Tablete gráfico, como também é chamado, consiste de uma superfície plana sobre a qual o usuário pode desenhar uma imagem usando um dispositivo semelhante a uma caneta, denominado “*stylus*” (URBANO, 2010).

Alguns designers optam por desenhar em meio tradicional e, com o apoio de um escaner, passar ao computador o desenho pronto, para, em meio digital, finalizá-lo. Outros se sentem mais confortáveis desenhando diretamente em meio digital, usando as mesas digitalizadoras e softwares de edição de imagens. Muitos softwares fornecem ferramentas que imitam as técnicas tradicionais de pintura e traçado.

Alguns dos materiais mais utilizados na criação de ilustrações tradicionais são os guaches, aquarela, marcador, nanquim, giz pastel, lápis de cor e acrílica. “Há quem crie ilustrações em tinta a óleo, mas é um número reduzido de profissionais, dado o tempo que leva para a tinta secar em contraposição à urgência de tempo que as ilustrações são requisitadas” (CASTAGINI e BALVEDI, 2010).

Segundo avaliação do diretor de Marketing da Genius no Brasil (empresa fabricante das mesas digitalizadoras), Douglas Prado, “O brasileiro é um pouco conservador quando surgem inovações que ele ainda desconhece e, por isso, nem todos os profissionais perceberam até hoje as vantagens de se ter um equipamento como esse” (IFD COMUNICAÇÃO, 2006).

As mesas digitalizadoras estão ganhando maior popularidade como substitutos do mouse, no papel de dispositivo apontador. Os usuários citam o alívio da LER (Lesões por Esforços Repetitivos) e uma grande intuitividade no uso da ferramenta (ÂNGELO, 2007).

Atualmente, durante o processo de criação de produtos, os pincéis são substituídos por vetores e *bitmaps*. Os periféricos utilizados nessa área são o scanner, o mouse e a mesa digitalizadora.

O primeiro tablete gráfico a lembrar os dispositivos contemporâneos foi o Tablete RAND, também conhecido por Grafacon (de *Graphic Converter* ou Conversor Gráfico), apresentado em 1964 (URBANO, 2010). O Tablete RAND (Figura 14) utilizava uma retícula de fios sob a superfície da cobertura do dispositivo, que codificavam coordenadas horizontais e verticais em sinais magnéticos. O *stylus* recebia o sinal magnético, que podia, então, ser decodificado como informação da coordenada.

Figura 14 – Tablete *RAND*



Fonte: PCMAG, 2011.

O primeiro tablete gráfico para um computador doméstico foi o KoalaPad (Figura 15). Embora tenha sido originalmente projetado para o Apple II, o Koala eventualmente ampliou sua aplicabilidade a praticamente todos os computadores domésticos com suporte gráfico, entre os quais o TRS-80 Color Computer, Commodore 64 e a família Atari de 8 bits.

Figura 15 – Koala Pad



Fonte: Koala Pad, 2009

Os digitalizadores ID (*Intelligent Digitizer*) e BitPad, produzidos pela Summagraphics Corp, no início dos anos 80, eram usados como dispositivos de entrada para muitos sistemas CAD (*Computer Aided Design*) de alta capacidade, bem como eram fornecidos com PCs e programas de CAD, como o AutoCad (URBANO, 2010).

Em alguns tabletes gráficos, a imagem traçada não é exibida na superfície da mesa e sim diretamente no monitor do computador. Os modernos geralmente se conectam ao computador através de uma interface USB.

Existe no mercado uma série de mesas digitalizadoras, das mais simples até as mais sofisticadas e dispendiosas. Variam nelas, além do preço, as dimensões da área de desenho que são encontradas do tamanho A6 aos modelos A3 (Figura 16), com sensibilidade à pressão, inclinação e outros atributos. O ilustrador ou designer deverá optar por aquela que melhor se adéque à sua situação e trabalho.

Figura 16 – Mesa digitalizadora WACOM



Fonte: WACOM, 2011

Devido à sua interface, os atributos do *stylus* e sua interação com o tablete correspondem a um método bastante natural de criar gráficos, especialmente os bidimensionais. São utilizados alguns pacotes gráficos, como “[...] *Adobe Photoshop*, *Adobe Illustrator*, *Corel Painter*, *ArtRage* (todos *software* proprietários), *GIMP*, *Inkscape* (*software* livre e gratuito) e o *Sumopaint* (página da internet com *software* portátil, dispensa instalação, também gratuito)”, segundo Castagini e Balvedi (2010).

Alguns desses *softwares* são capazes de fazer uso da informação de pressão (e, em alguns casos, da inclinação da caneta) gerada por um tablete e assim modificar os atributos, “[...] tais como tamanho do pincel, opacidade e cor baseados nos dados recebidos do tablete gráfico” (URBANO, 2010).

O designer deverá analisar as suas possibilidades, preferências e a resposta de cada *software* ao escolher com qual irá trabalhar.

2.3.3 Prototipagem Rápida

Essa tecnologia tem suas origens baseadas em duas técnicas: a topografia e a foto-escultura (CAPUANO, 2000).

Na topografia, o princípio da prototipagem rápida foi aplicado com a construção de camadas através de moldes de mapas de relevo topográfico criado por Blather, por volta de 1987, e consiste em imprimir uma série de discos de cera formando as linhas do contorno topográfico (curvas de nível)

das cartas topográficas, que informam a variação planialtimétrica (CAPUANO, 2000).

Capuano (2000) expõe que Matsubara da Mitsubishi Motors propôs um processo fotográfico em 1972 utilizando uma resina de fotopolímero recoberta por polímeros refratários, como pó de grafite ou areia, que eram espalhados formando uma camada. A projeção da luz sobre a camada provocava seu endurecimento. As partes não sensibilizadas eram retiradas mais tarde com a utilização de um solvente.

A evolução dos processos de PR colaborou com PDP, buscando facilitar a otimização do produto, reduzir o tempo e custo de desenvolvimento, reduzindo também riscos da inovação e como meio de encurtar etapas.

A PR é conhecida também como manufatura em camada por utilizar o princípio da adição de material em camadas planas. Romeiro Filho (2010) afirma que a PR “possui vantagens quando comparado a outros que utilizam o princípio de adição como soldagem e colagem, pois permite a execução do protótipo diretamente a partir das informações geométricas da peça”, ou seja, concebidas através de modelos virtuais. Essa técnica demanda pouca intervenção humana e dispensa o uso de moldes e ferramentas (ROMEIRO FILHO, 2010).

Essa tecnologia possibilita produzir protótipos a partir de um modelo 3D gerado no sistema CAD, sendo, então, necessária a utilização de um software de modelagem. Os modelos são lidos e reproduzidos tridimensionalmente pela máquina de prototipagem, em seguida as operações são realizadas pelo software que acompanha as máquinas, como um arquivo STL, lendo as camadas que deposita sucessivamente o material até que a peça esteja completa (ROMEIRO FILHO, 2010).

Existem diversos tipos de máquinas e técnicas de prototipagem, que geram peças em diferentes materiais e com variedades de preços. “A prototipagem rápida ainda é considerada um investimento muito alto para pequenas e médias empresas (e mesmo para as grandes), o que faz com que esse serviço seja normalmente terceirizado” ressalta Romeiro Filho (2010). E podem ser classificados em três grupos: processos baseado em líquidos, sólidos ou em pó.

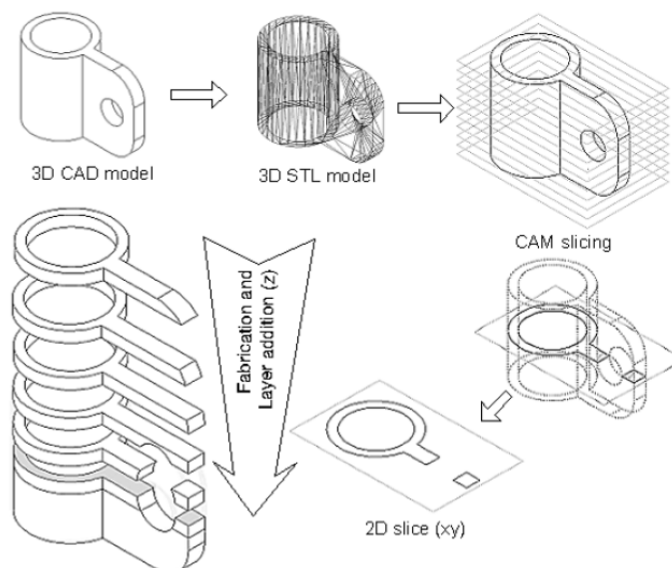
Entre as técnicas de prototipagem mais utilizadas, segundo Molinari e (MEGGAZINI apud FERREIRA, 2004), encontram-se:

- SLA (estereolitografia): produz protótipos em resinas;
- LOM (fabricação de objeto laminado): utiliza um tipo de papel especial;
- FDM (modelagem por deposição de materiais fundidos): peça fabricada através da “extrusão” de um fio plástico;
- TDP (impressão tridimensional): produz modelos cerâmicos;
- SLS (sinterização a laser seletivo): permite a fabricação de protótipos em diversos materiais.

Na Figura 17, é apresentada uma sequência básica do processo de fabricação de um protótipo. Inicialmente, é criado um modelo CAD da peça ou escaner da peça, depois converte-se o arquivo CAD em formato STL, posteriormente, é feito o fatiamento da peça em finas camadas transversais. A construção física do modelo é gerada pela máquina, empilhando uma camada sobre a outra e finalmente é feito o acabamento do protótipo.

O modelo é montado através de deposição de camadas de um material como plástico, gesso, resina, dentre outros.

Figura 17 – Processo de manufatura por adição de camadas



Fonte: (BEAL, 2005)

A prototipagem rápida tem suas vantagens na geração de componentes complexos em curto espaço de tempo, resultando na redução do prazo dentro do ciclo do projeto de produtos.

No Quadro 4, é apresentada uma síntese das vantagens e desvantagens relacionadas por Volpato (2007).

Quadro 4 – Vantagens e desvantagens dos processos de prototipagem rápida

Processos	Vantagens	Desvantagens
<i>Estereolitografia (SLA)</i>	<p>É um dos processos mais difundidos, com representantes e assistência na maioria dos países.</p> <p>Seu uso é viável em muitas aplicações por possuir boa precisão.</p> <p>Possui elevada qualidade superficial, sendo considerada uma das melhores entre os processos de PR.</p>	<p>Necessita de suporte em regiões não conectadas, utilizando para isso a mesma resina da peças.</p> <p>Para remoção dos suportes necessita de pós-processamento.</p> <p>Normalmente para completar o processo de polimerização e assegurar a integridade da estrutura necessita de pós-cura.</p> <p>Restringe-se às resinas poliméricas por não possuir muitos materiais que podem ser utilizados.</p> <p>A resina é tóxica sendo agressiva ao operador, portanto é necessário bastante cuidado ao manuseá-la.</p>
<i>Impressão a jato de tinta (IJP) – PolyJet da Object</i>	<p>Não utiliza laser.</p> <p>Boa precisão, tornando viável o seu uso em muitas aplicações.</p> <p>Não requer pós-cura de resina.</p> <p>Muito boa qualidade superficial.</p>	<p>Necessita de suporte em regiões não conectadas.</p> <p>Necessita pós-processamento para remoção dos suportes.</p> <p>Restringe-se às resinas poliméricas por não possuir muitos materiais que podem ser utilizados.</p>
<i>Modelagem por fusão e deposição (FDM) da Stratasys</i>	<p>Permite fabricação de peças que em algumas situações podem ser utilizadas em testes funcionais. Segundo Kai et al. , no processo FDM as peças produzidas possuem até 85% da resistência de peças obtidas pelo processo de injeção com o mesmo material</p> <p>Pode ser utilizado em ambiente de escritório.</p> <p>Não utiliza laser.</p> <p>Não requer pós-cura de materiais</p>	<p>Não possui alta precisão.</p> <p>Não possui muitos materiais disponíveis para a produção de protótipos.</p> <p>Necessita de suporte em regiões não conectadas.</p> <p>Necessita pós-processamento para remoção de suporte.</p> <p>Velocidade do processo lenta e limitada pela taxa de fluxo do material na cabeça de extrusão por um único bico para preencher roda a área de cada camada da peça.</p>
<i>Manufatura laminar de objetos (LOM) da Cubic Techonology</i>	<p>Velocidade do processo alta, pois varre com laser apenas o perímetro de cada camada.</p> <p>Não requer pós-cura de materiais</p> <p>Não necessita de suporte em regiões não conectadas.</p>	<p>Não possui muitos materiais disponíveis para a produção de protótipos.</p> <p>Material não flexível.</p> <p>Etapa de pós-processamento para remoção de suportes demorada e trabalhosa.</p> <p>Dificuldade de material picotado ao final do processo, portanto não é indicado para paredes finas e pequenos detalhes.</p>
<i>Sinterização seletiva a laser (SLS) da 3D Systems</i>	<p>Vários materiais podem ser utilizados, sendo estes não tóxicos.</p> <p>Um único equipamento processa vários tipos de materiais.</p> <p>Dependendo do material, o processo exige pouco pós-processamento.</p> <p>Possibilidade de empilhar várias peças para a fabricação.</p> <p>Não necessita de pós-cura do material sinterizado.</p>	<p>Segundo Kai et al. , este processo tende a ter um acabamento superficial não muito bom.</p> <p>Custo elevado do equipamento.</p> <p>Consumo elevado de energia para sinterizar as partículas utilizadas.</p>
<i>Fabricação da forma final a laser (LENS) da Optomec</i>	<p>Obtenção de peça metálica com um material completamente denso e com alta qualidade mecânica.</p> <p>Só necessita de pós-processamento em forno em operações de acabamento superficial.</p> <p>Processo que pode ser utilizado para reparar peças danificadas</p>	<p>Utiliza laser com consumo alto de energia.</p> <p>Somente oferece a possibilidade de obter peças metálicas.</p> <p>Acabamento superficial não muito bom.</p>

	Pode ser combinado com outros processos para a adição de pequenos detalhes, reforços ou até camadas de revestimento mais resistentes.	
Impressão tridimensional (3DP) da Z Corporation	Não utiliza laser. Alta velocidade. Não necessita de suporte em regiões não conectadas. Não há desperdício de material. Há possibilidade de obtenção de peças coloridas.	Limitação na funcionalidade das peças obtidas. Pouca diversidade de material. Necessita de pós-processamento para limpeza e infiltração com resina para melhorar a resistência das peças. Acabamento superficial satisfatório para aplicações menos exigentes em precisão.
Impressão tridimensional (3DP) – ProMetal da Ex One Corporation	Não utiliza laser. Processo bastante rápido. Permite a obtenção de peças grandes. Não necessita de fabricação de suporte, pois o pó solto atua como suporte natural. Permite a fabricação de insertos para moldes com canais de refrigeração que acompanham a geometria da peça.	Somente oferece a possibilidade de obter peças metálicas. Necessita de pós-processamento em dois ciclos num forno a alta temperatura.

Fonte: Volpato, 2007

Em função das análises realizadas no estudo de Mello; Silva e Costa, (2006), o comparativo entre os processos de estereolitografia, modelagem por deposição de material fundido e modelagem por jato de tinta mostrou que, com base nos requisitos avaliados (custo e tempo), a tecnologia FDM é a que apresenta o melhor custo benefício. Apresenta ainda “a vantagem de poder ser instalada em ambientes não industriais, tais como os laboratórios de desenvolvimento de produtos das universidades brasileiras, muito embora o tamanho do protótipo possa ser uma limitante do processo” (MELLO; SILVA e COSTA, 2006).

Existem os processos de *Rapid Tooling* (RT), ou ferramental rápido, que passaram a ter nova importância em decorrência da rapidez na fabricação de modelos. Entre os principais processos indiretos de RT para fabricação de moldes de injeção destacam-se os que fabricam moldes de silicone, moldes de resina epóxi e moldes metálicos por pulverização, por eletrodeposição e por sinterização a partir dos modelos obtidos pela tecnologia de PR denominada de Estereolitografia (VOLPATO, 2007):

- Moldes de silicone (*RTV – Silicone Rubber Molds*) – É possível produzir em média de 20 a 30 peças por molde, com excelente reprodução de superfície e detalhes. Esse tipo de molde passou a ser mais utilizado após o surgimento da RP, devido à facilidade e versatilidade de construir rapidamente o primeiro modelo físico da peça. Apesar de ser bastante manual, o mesmo possui um bom

custo-benefício para série limitada de peças-protótipo. Os protótipos obtidos não possuem as mesmas propriedades da peça final (VOLPATO, 2007).

- Moldes por pulverização metálica – Existem basicamente duas técnicas que vêm sendo utilizadas por diferentes empresas. A fabricação de moldes por pulverização metálica a gás ou a arco elétrico. Uma desvantagem desses processos requerem uma posterior etapa de acabamento mediante operações de usinagem para ajustes no porta-molde. A maior limitação da pulverização metálica não é apropriada para geometrias que possuem detalhes finos e profundos (VOLPATO, 2007).
- Moldes metálicos por eletrodeposição (RePliForm) – Neste processo, as duas partes do inserto do molde que formarão a cavidade são inicialmente fabricadas pela tecnologia SL ou em cera. Os moldes têm sido usados basicamente para moldagem por injeção de termoplásticos para uma produção de até 5.000 peças, quando a camada superficial for de cobre e, de até 50.000 peças, quando for níquel (VOLPATO, 2007).
- Moldes metálicos por sinterização a partir de modelos de estereolitografia (3D Keltool) – O processo baseia-se na fabricação de insertos de aço, através de sinterização. O processo 3D Keltool pode também ser utilizado para a fabricação de eletrodos, para eletroerosão por penetração (VOLPATO, 2007).

Os protótipos rápidos normalmente são aplicados para desenvolvimento de design ou certificação, avaliação de produto, produção e análise de processo, manufatura de ferramentas de fabricação, que promove economia de tempo significativa no processo de desenvolvimento de produto e aumenta a competitividade da empresa.

A experiência de um escritório de design com a implantação de ferramentas tecnológicas, como a prototipagem rápida e o *rapid-tooling*, promoveu uma redução de quase 50% no tempo de desenvolvimento de seus produtos (GIRARD, 2005). Na Figura 18, tem-se parte de um produto feito, aliando tecnologia e planejamento para o desenvolvimento de produtos cada vez mais complexos e em prazo cada vez mais curto.

Figura 18 – Ferramental de um produto desenvolvido



Fonte: Girardi, 2005

Os modelos físicos criados através dos recursos de prototipagem rápida e ferramental rápido necessitam de um modelo gerado no CAD. Ou seja, todo conceito do produto precisa do suporte de uma ferramenta CAD para que seja possível torná-lo uma peça física utilizando os equipamentos.

O designer pode optar por não utilizar a prototipagem rápida, caso não a tenha disponível, recorrendo aos mockups, maquetes, modelos de apresentação em escala reduzida ou real e modelos funcionais.

A depender do produto, o uso das ferramentas de prototipagem rápida pode ser de fundamental importância, e, em caso de não tê-las disponíveis, o serviço pode ser terceirizado, pois o protótipo auxilia o processo de desenvolvimento na fase conceitual, permitindo ao designer avaliar características formais e estruturais do produto.

As análises físicas favorecem o processo de concepção por permitir que o designer faça algumas simulações de uso do produto para checar critérios ergonômicos (usabilidade e acessibilidade), volumétricos, de montagem e desmontagem do produto.

Em algumas situações, o protótipo gerado em máquinas que não oferecem um bom acabamento superficial pode receber tratamento para correção de imperfeições e aplicação de tinta para torná-lo com aparência de um produto real. Assim, o protótipo pode ser disponibilizado para o cliente avaliar os aspectos estéticos e formais, contribuindo com as considerações de ajuste, quando necessário.

O protótipo do produto também pode ser exposto para possíveis clientes em feiras e eventos, sendo vendida a ideia ou o próprio produto antes mesmo de finalizado o processo de desenvolvimento. Algumas alterações podem ser feitas ainda na fase de concepção por meio das sugestões e observações dos futuros usuários.

2.3.4 Engenharia Reversa

A tecnologia de ER consiste em criar um modelo tridimensional no computador partindo de um objeto real já existente, através do uso de um digitalizador tridimensional, podendo ser por apalpamento ou digitalização óptica (Figura 19), dentre outros equipamentos de digitalização a laser. A ER permite a alteração e o acréscimo de formas a um modelo, além da geração dos desenhos utilizados no projeto.

Figura 19 – Escaner Óptico – recurso de ER



Fonte: SENAI CIMATEC

O autor Lima (2003) diz que “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”.

Como exposto, a utilização dessa ferramenta tecnológica poderá agilizar os projetos através do processo de captura de pontos sobre superfície de um modelo físico de produtos ou ferramentas, para posterior modelagem CAD 3D, agindo como facilitador nos projetos de moldes e ferramentas, usinagem ou prototipagem rápida, desencadeando no processo de manufatura.

O processo de digitalização traz alguns benefícios, sendo ressaltado por Nogueira e Lepikson (2006), que, na sua utilização, permitem a criação de

novos produtos em intervalos menores e com maiores possibilidades de sucesso se comparada às metodologias convencionais.

Conforme afirmado por Nogueira e Lepikson (2006), na fase de concepção, é possível utilizar a engenharia reversa (ER) como apoio ao desenvolvimento de produtos, buscando alimentar o projeto a partir de dados adquiridos na digitalização de um produto existente. Este pode ter sido selecionado através da análise de *benchmarking* ou a partir de um produto que se deseja melhorar, podendo ser adequado no projeto conceitual, e fazer a revisão das formas e dimensões para ser prototipado. A RP permite a análise da estrutura e montagem do produto, dentre outras situações (VOLPATO, 2007).

Uma empresa de fundição (FERREIRA, 2005) utiliza os recursos de medição tridimensional, através de um digitalizador óptico, sendo aplicado na substituição da traçagem convencional e braço de medição, medição e avaliação de ferramental para fundição, avaliação de amostras, avaliação de nuvens de pontos geradas por outros sistemas de medição por coordenadas. Na Figura 20, são apresentados dois tipos de aplicações dos recursos tecnológicos para o controle de qualidade e inspeção de produtos.

Figura 20 – Substituição da traçagem convencional e medição e avaliação de ferramental para fundição

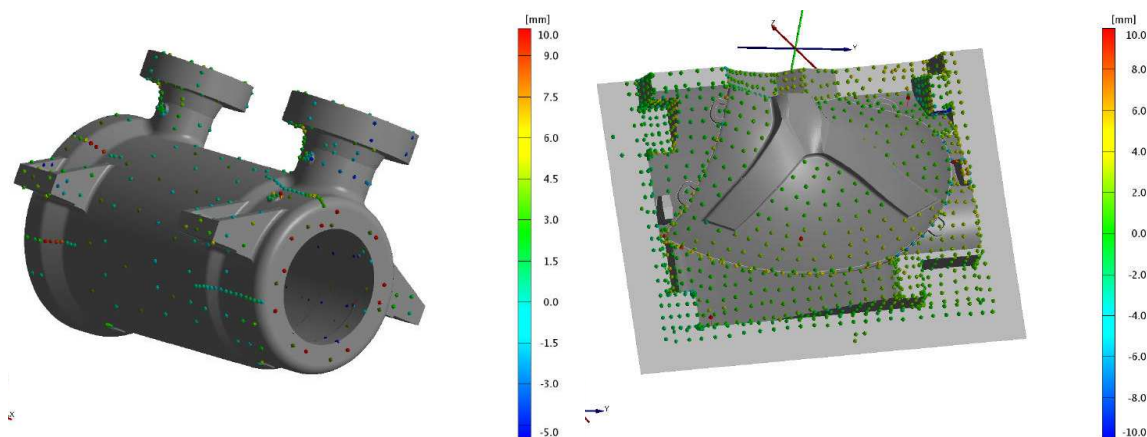


Fonte: FERREIRA, 2005

As técnicas de digitalização tridimensional podem ser aplicadas em diversas áreas. Na indústria, podem atender à aquisição de texturas naturais, análises de superfície, medidas de centro de massa, desenvolvimento de novos produtos, cópia de modelos existentes, correção e melhoria de modelos, inspeção e documentação de produtos (LIMA, 2003).

Na Figura 21, o modelo tridimensional gerado pela digitalização óptica pode ser analisado para possíveis intervenções ou garantias de resultados desejados.

Figura 21 – Modelos gerados a partir da digitalização óptica (FERREIRA, 2005)



Fonte: FERREIRA, 2005

A Figura 22 mostra a ação de um scanner óptico, onde o componente está sendo digitalizado para posterior edição das imagens capturadas.

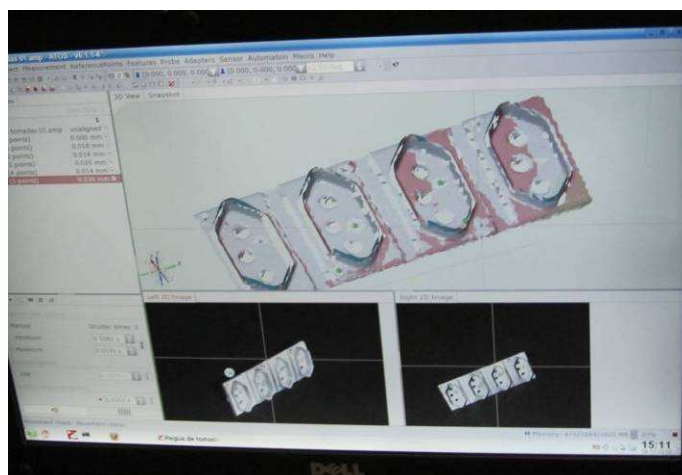
Figura 22 – Digitalização de parte do produto- scanner em ação – recurso de ER



Fonte: Próprio autor

Na Figura 23, o resultado do modelo é gerado através da digitalização. A imagem poderá ser tratada e montada no sistema CAD com outros componentes do produto.

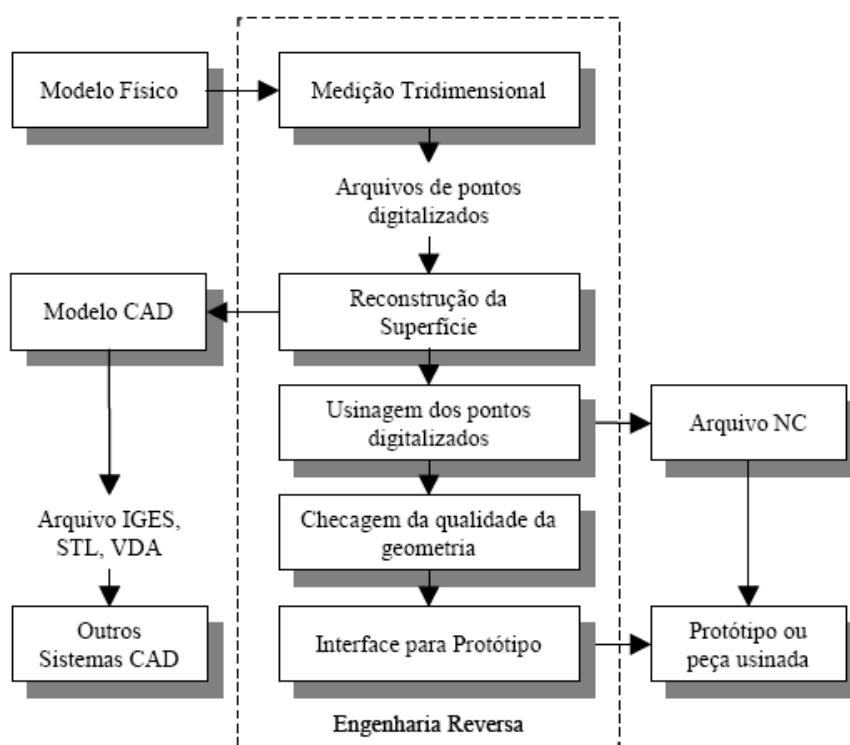
Figura 23 – Modelo gerado pelo processo de ER



Fonte: Próprio autor

Dong-Fan apud Lima (2003) define que “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”, esquematizado na Figura 24.

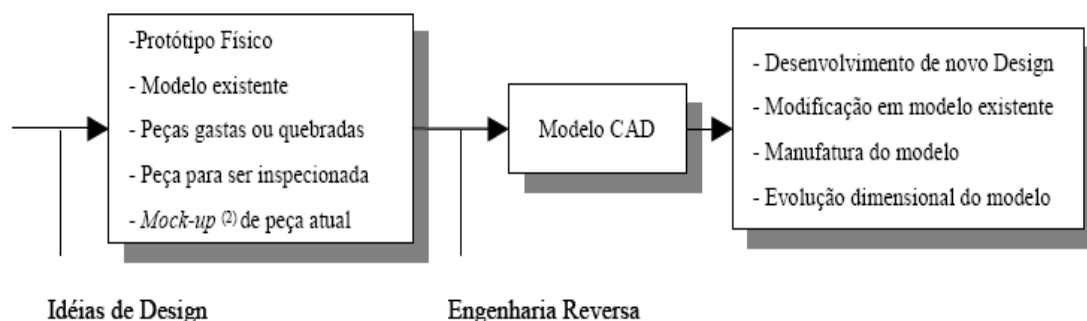
Figura 24 – O ciclo de trabalho da Engenharia Reversa



Fonte: Chen Dong Fan apud Lima, 2003

Segundo Ming-Lun apud Lima (2003), a aplicação da ER em produtos industriais segue o processo metodológico apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Processo metodológico de aplicação da Engenharia Reversa



Fonte: Ming-Lun apud Lima, 2003

O processo apresentado na Figura 25 é aplicado em situações que não requerem uma cópia exata do modelo, mas precisam capturar, até certo ponto, as ideias do design original (LIMA, 2003).

O designer recorre a esse tipo de recurso para fazer comparações, alterações ou adaptações de produto existentes no mercado ou como base para criação de novas propostas de design. Isso permite que o tempo gasto na modelagem de peças de formas complexas seja reduzido, além de garantir dados precisos do objeto digitalizado.

No caso de empresas que não têm como estratégia de negócio a inovação, trata-se de uma ferramenta bastante aplicável e de um recurso que favorece o desenvolvimento de produtos com mais agilidade e garantia de qualidade.

Em todo tipo de ferramenta tecnológica a ser utilizado no PDP, é importante o treinamento prévio para utilização adequada dos recursos e resultados com qualidade e precisão dos dados.

2.3.5 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que proporciona uma experiência de imersão e interação a partir de imagens gráficas 3D geradas em tempo real no computador, ou seja, é uma simulação de um mundo real ou apenas imaginário.

Essa tecnologia surgiu nos anos 80 quando Jaron Lanier sentiu a necessidade de um termo para diferenciar simulações tradicionais dos mundos digitais que ele tentava criar (BRAGA, 2001).

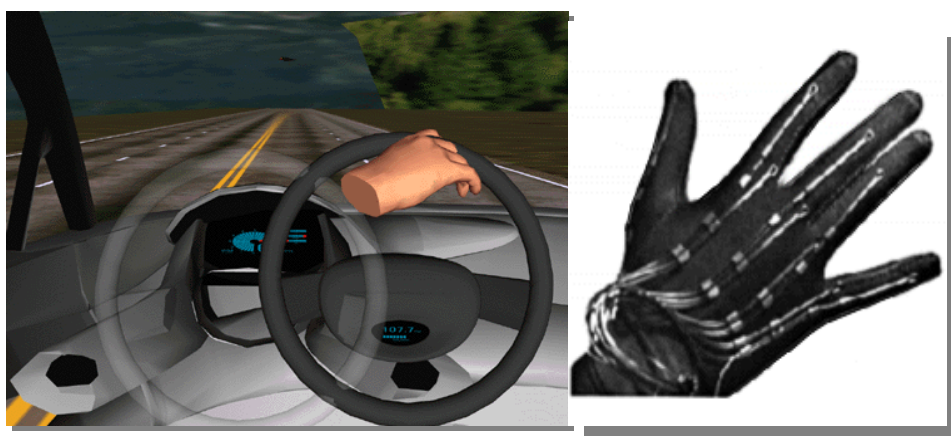
A tecnologia de RV tornou-se uma ferramenta importante no apoio ao processo de desenvolvimento de produtos, facilitando a comunicação entre os membros da equipe e entre a empresa e o cliente. A mesma permite a interação entre o usuário e o computador de forma a simular situações reais em um mundo virtual.

A Realidade virtual (RV) é uma tecnologia amplamente utilizada no processo de desenvolvimento (PDP) em diversos setores industriais como o automotivo, aeroespacial, defesa, bioengenharia, etc. (BARBIERI et. al., 2008).

Em um ambiente de RV é possível interagir de uma maneira mais natural com o *mock-up* digital. Devido a aparelhos especiais, o usuário encontra a si mesmo em um ambiente simulado, no qual, através da visão estereoscópica, o usuário pode perceber a profundidade da cena, tendo, ao mesmo tempo, a possibilidade de interagir com o produto virtual usando as mãos (VALERIO NETTO, 1998).

A interação é possível, devido ao uso de luvas especiais (Figura 26), possuindo sensores capazes de detectar a flexão dos dedos. Ao disponibilizar as luvas com sensores de monitoramento, que são capazes de revelar a posição e orientação, é possível reconstituir os movimentos de mãos do usuário em ambiente virtual. Desta maneira, o usuário pode realizar diversos tipos de simulações conectadas à interação com o produto.

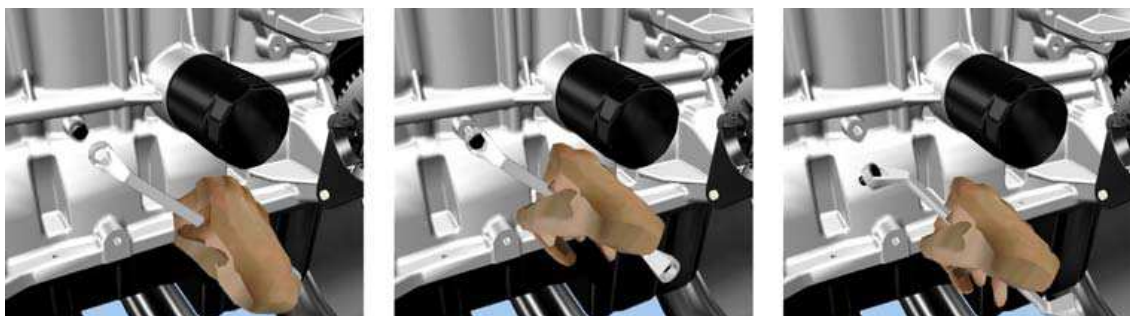
Figura 26 – Luva com sensores de monitoramento e visualização do uso



Fonte: TOLEDO, 2007

As principais vantagens oferecidas pelas tecnologias da RV são mais evidentes nas aplicações em que a interação com o produto virtual é importante. Um exemplo comum neste sentido é a montagem virtual que visa simular todo o contexto operacional nas atividades do operador humano, durante a tarefa de montagem/desmontagem de determinado produto (Figura 27). Desta forma, um designer pode verificar possíveis dificuldades na acessibilidade do componente, na postura e visibilidade (BARBIERI et. al., 2008).

Figura 27 – Simulação de uma restrição de acesso do usuário enquanto desapertando um parafuso com o auxílio de uma chave.



Fonte: BARBIERI et. al., 2008

A maioria das referências relatadas mostra que a RV é uma ferramenta eficaz para apoiar o processo de design de produtos industriais, mas não está claro se o uso rotineiro destas ferramentas é realmente eficiente (BARBIERI et. al., 2008).

Na verdade, a falta de integração entre RV e outras ferramentas empregadas no processo de projeto (geralmente os softwares CAx) exige muito trabalho manual para preparar o ambiente visual ou de pós-processamento dos obstáculos. Para uma maior utilização das tecnologias de RV no processo de desenvolvimento de produtos, é importante buscar uma ligação eficiente entre sistemas CAx e RV (BARBIERI et. al., 2008).

Uma indústria de automóveis, no ano de 2002, já fazia uso dos recursos tecnológicos da RV, fazendo modificações reais graças às simulações virtuais, considerando que o uso dos recursos de RV (Figura 28) tem proporcionado grandes ganhos na indústria automobilística (VALOR ONLINE, 2008).

Figura 28 – Centro de Realidade Virtual



Fonte: Absolut Technologies

As universidades têm adquirido os recursos de RV como auxílio ao aprendizado dos alunos e para aplicação em pesquisas. Como exemplo, está a CAVE Ativa 3D (5 canais) de uma instituição de ensino, visto na imagem da Figura 29.

Figura 29 – CAVE Ativa 3D



Fonte: Absolut Technologies

Existem vários tipos de dispositivos e ambientes de visualização que podem ser aplicados à necessidade de cada organização. Para instalação, é necessária a disponibilidade de infraestrutura montada para receber os recursos.

Toledo (2007) lista alguns tipos de dispositivos e ambientes de visualização:

- Óculos – acessório de visualização (Figura 30) utilizado em conjunto com as telas de projeção. São oferecidos vários modelos pelo mercado, sendo que alguns oferecem maior resolução (melhor qualidade da imagem) na visualização das imagens da projeção em 3D.

Figura 30 – Óculos – acessório de visualização



Fonte: Toledo, 2007

- *Head Mounted Display* (HMD) – dispositivo de saída usado na cabeça ou como parte de um capacete, que possui uma tela ótica na frente de um ou dos dois olhos (Figura 31).

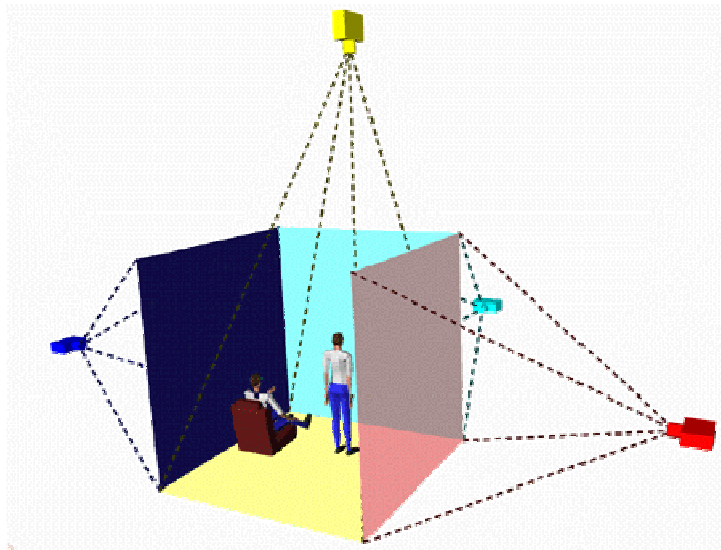
Figura 31 – *Head Mounted Display*



Fonte: Absolut Technologies

- CAVE (projeção por trás em “todas” as paredes) – “caverna” digital com projeção em três a cinco paredes. As projeções são feitas por trás. Proporciona total imersão no ambiente virtual (Figura 32).

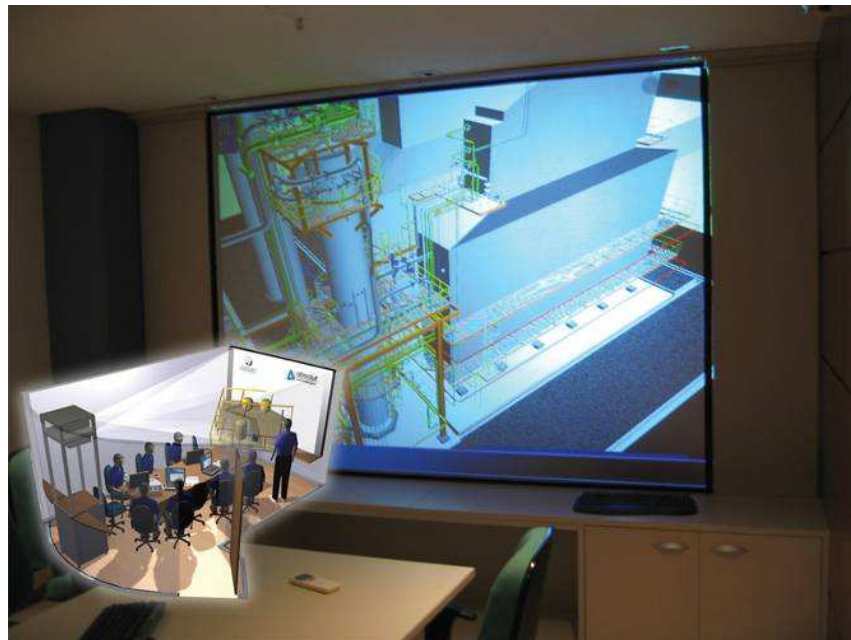
Figura 32 – CAVE – projeção por trás em “todas” as paredes



Fonte: Toledo, 2007

- Projeção frontal em tela plana para grupos maiores – projeção frontal em tela plana especial, sendo necessária a utilização de óculos para efeito de visualização 3D (Figura 33).

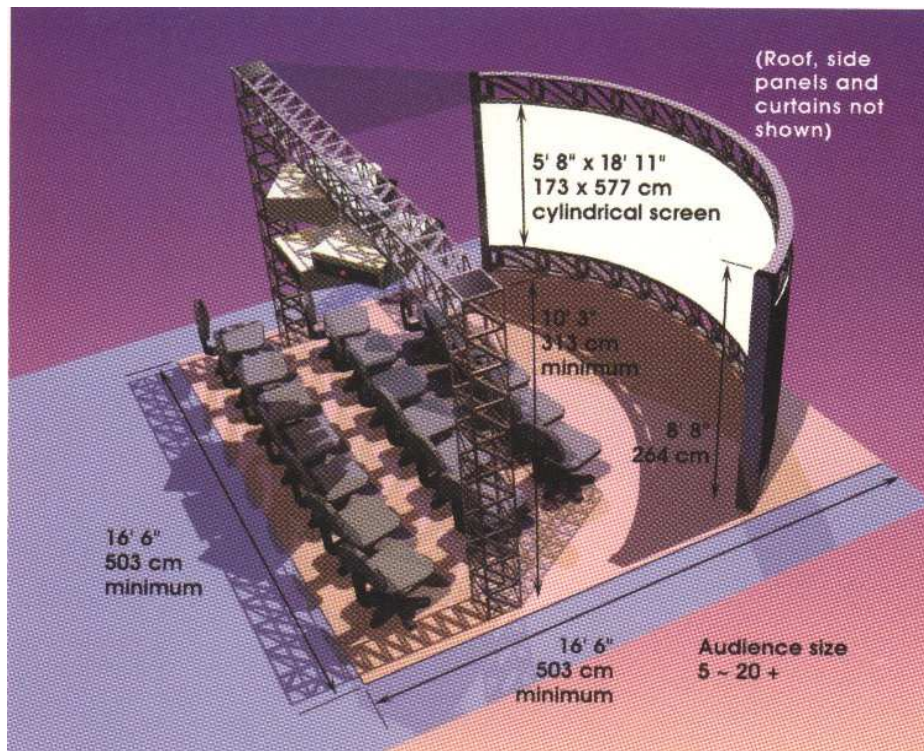
Figura 33 – Projeção frontal em tela plana para grupos maiores



Fonte: Absolut Technologies

- Projeção frontal em tela curva – este tipo de tela é ideal para aplicações de simulação e entretenimento (cinema), onde o objetivo principal é encantar e envolver o público (Figura 34).

Figura 34 – Projeção em tela curva



Fonte: Toledo, 2007

Com o uso desses recursos e com softwares de desenvolvimento de ambientes virtuais, é possível modelar maquinários, veículos e dispositivos, simulando o comportamento real do equipamento. “Isto economiza dinheiro, ciclos de desenvolvimento e permite que se efetuem sessões de treinamento com o produto virtual” (VALERIO NETTO, 1998).

A RV, comparada ao CAD, é (LESTON apud VALERIO NETTO, 1998):

- orientada ao usuário, o observador da cena virtual;
- mais imersiva, por oferecer uma forte sensação de presença dentro do mundo virtual;
- mais interativa, pois o usuário pode modificar e influenciar o comportamento dos objetos;
- mais intuitiva, pois existe pouca ou nenhuma dificuldade em manipular as interfaces computacionais entre o usuário e a máquina.

Os ambientes virtuais também podem ser utilizados para visualização de protótipos virtuais, tendo como principais vantagens a redução do tempo, a diminuição de custos (reduz o número de protótipos físicos) e melhoria da qualidade (maior número de alternativas de concepção pode ser avaliado com menor custo).

Valério Netto (1998) ainda afirma que:

A RV pressupõe *rendering* (processo de transformação dos modelos em imagens) em tempo real, isto é, as imagens são atualizadas assim que a cena sofre qualquer tipo de modificação, e inclui uma descrição funcional dos objetos, estendendo a descrição puramente geométrica e topológica do CAD.

Os designers e engenheiros podem simular situações de uso, interagindo, manipulando e validando os produtos através da RV. As avaliações podem ser utilizadas para melhoria do design, estudos ergonômicos ou de funcionalidades ainda no início do PDP (BARBIERI et. al., 2008).

Nos projetos da indústria automotiva, a redução dos custos pode chegar a 20% para modelar um novo veículo, devido à redução dos protótipos físicos e construção de modelos (Gavine, 2000 apud Valério Netto, 1998).

Segundo Valério Netto (1998), com o sistema virtual, é possível reduzir as despesas com aquisição de materiais e serviços de prototipagem rápida, além de diminuir o tempo de análise da concepção dos produtos e entregá-los para produção em um tempo menor.

Terreo (2007) apresenta um estudo em que descreve os 4 tipos de protótipos, de acordo com sua função ou estágio de desenvolvimento do produto, com base na abordagem de Ullman (1997), podendo atender à: prova de conceito, do produto, do processo e de produção.

A prova de conceito e a prova do produto podem ser exploradas pelo designer com o objetivo de comparar o projeto desenvolvido com os requisitos do cliente ou com as especificações de engenharia, sendo aplicado principalmente nas fases iniciais do projeto como uma ferramenta de aprendizagem, para representar as formas físicas do produto, as relações mecânicas entre seus componentes e a viabilidade de manufatura do produto.

No protótipo virtual para prova de conceito, Terreo afirma que, “em geral a exata geometria, os materiais e o processo de manufatura não são importantes”. Já para o protótipo de prova do produto, todos estes aspectos devem ser considerados.

Os protótipos para prova de conceito, na área de estilo, representam a aparência do veículo, permitindo verificar se o conceito de design atingiu as expectativas para este produto. Na prova de conceito, o principal é representar as formas visíveis do produto, assim como as sensações de texturas, cores e

formas. “No outro uso, procura-se buscar as informações sobre a viabilidade funcionais do produto, feitas no início do processo de desenvolvimento de um novo produto, em que se enquadram uma parte das análises de CAE.” (TERREO, 2007).

No caso dos protótipos virtuais para prova de produto, o objetivo é verificar folgas, interferências, acesso de ferramentas, etc. Para uma boa representatividade do produto, estes protótipos devem conter toda a variação de possibilidades de montagens para o produto em estudo. Este protótipo também é a informação básica para as análises de CAE mais detalhadas e que permitem um refinamento do dimensionamento do produto. (TERREO, 2007).

O designer tem mais uma opção de ferramenta tecnológica para agilizar o PDP, sendo que as equipes que interagem com esses recursos precisam passar por treinamentos e período de adaptação para garantir resultados satisfatórios e precisos, oferecendo aos clientes confiança nos dados apresentados.

De acordo com um dos pressupostos levantados por Terreo (2007), “um time de projetos adaptado às ferramentas digitais usadas no desenvolvimento de produtos, aliado a um bom nível de conhecimento do produto, é outro fator que influencia a confiança que se pode ter nos Protótipos Virtuais”.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Nesse capítulo, é apresentado o modelo de pesquisa utilizado no trabalho, os grupos que foram amostra da pesquisa, a entrevista aplicada e documentos investigados para levantamento de dados técnicos e de gestão dos projetos.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Este trabalho consiste em pesquisa qualitativa, que utilizou o estudo de caso como principal estratégia de análise. Esse método propõe “investigar um fenômeno atual dentro do seu contexto real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência” (YIN, 2005).

Com base em Guerrero (2001), o estudo de caso consiste na descrição e avaliação de situações, portanto, também é uma pesquisa descritiva (ou exploratória), onde busca descrever um fenômeno (GIL apud GUERRERO, 2001). O Quadro 5 resume a metodologia adotada no presente trabalho de pesquisa.

Quadro 5 – Síntese da metodologia da pesquisa adotada no trabalho

METODOLOGIA DA PESQUISA		
Problema	<ul style="list-style-type: none">• Quais recursos tecnológicos podem ser utilizados na fase de concepção de projetos de produtos para reduzir tempo do ciclo de desenvolvimento, melhorando a qualidade do projeto e facilitando a integração com etapas posteriores?• Como racionalizar o uso dos recursos para reduzir tempos e custos sem afetar a qualidade?	
Objetivo	Avaliar a utilização de recursos tecnológicos na fase de concepção de projetos de produtos, buscando a integração das atividades do designer e equipe de engenharia, de modo a otimizar o processo de desenvolvimento.	
Revisão da literatura	Abordagens teóricas <ul style="list-style-type: none">• Gestão de Projetos• Metodologia de Projetos• Processo de Desenvolvimento de Produtos• Recursos tecnológicos: Sistema CAD, Prototipagem Rápida, Engenharia Reversa, Mesa digitalizadora e Realidade Virtual	
Métodos de Pesquisa	Teórico-conceitual	Estudo de Caso / questionário / formulário
Coleta de dados – abordagem qualitativa	Análise Documental	Análise de Pesquisa de campo

Fonte: Próprio autor

Foram definidas, dentro do período da pesquisa, quatro concepções que foram desenvolvidas por um escritório de projetos. Os dados subsidiaram o estudo referente à integração dos métodos e ferramentas tecnológicas para avaliação das atividades do designer e equipe de engenharia de produtos na fase de concepção.

Algumas empresas da região Nordeste e Sudeste, que atuam no desenvolvimento de produtos, contribuíram com informações sobre as práticas, metodologias e recursos tecnológicos utilizados no processo de concepção. Os dados foram levantados através de um questionário estruturado com questões de múltipla escolha e questões abertas (APÊNDICE A). As informações permitiram fazer um comparativo com as práticas do escritório de projeto em estudo.

O levantamento de dados teve uma abordagem qualitativa, pois descreve a complexidade do comportamento humano, fornecendo uma análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento, dentre outros (MARCONI e LAKATOS, 2006).

Foram utilizados como instrumentos complementares à pesquisa, formulário para aquisição de dados técnicos do processo de desenvolvimento de produtos e entrevista com dois designers utilizando um roteiro semi-estruturado, de modo a compreender as perspectivas e experiências dos entrevistados sob o contexto do trabalho. O roteiro semiestruturado permite conduzir uma entrevista focada, porém sem limitar a participação e a contribuição do entrevistado (GUERRERO, 2001).

Devem ser avaliadas quanto à influência no objeto de estudo:

- ambiente do projeto;
- requisitos dos projetos; e
- recursos utilizados.

Essa divisão representa os pontos-chaves que foram analisados no momento da avaliação da efetividade do ambiente de projeto, e norteou a avaliação do processo de desenvolvimento de produtos.

3.2. AMOSTRA DA PESQUISA

Para a realização de um estudo de caso, foi preciso determinar os sujeitos envolvidos, que definiram a amostra da pesquisa. No presente caso, a amostra é composta por quatro concepções desenvolvidas em um escritório de projetos (ambiente de estudo) para levantar os dados do estudo de caso.

Os estudos de caso foram discriminados como projeto A, B, C e D, já que a intenção foi capturar informações a respeito das metodologias e recursos tecnológicos utilizados no processo. Buscou-se também melhor entendimento dos dados e resultados alcançados.

Os projetos A e B foram desenvolvidos no período de 2008 a 2009. Os projetos C e D tiveram início no período da pesquisa, 2010 a 2011.

Os projetos escolhidos atendem ao mercado de estabilizadores e no-breaks, pertencentes a um mesmo cliente/empresa, sendo que em contratos separados.

O questionário estruturado foi enviado para 60 profissionais, os quais representam empresas da região Nordeste e Sudeste, cujo critério de seleção foi a análise de portfólio através da internet e indicações de especialistas da área, definindo como amostra as que se enquadravam no perfil de desenvolvimento de produtos com nível de complexidade similar ao do escritório em estudo.

As questões foram construídas com base nas referências teóricas e estudos de caso do escritório de projetos.

As amostras são compostas por engenheiros e designers de escritórios de design (fase conceitual) ou de empresas que desenvolvem todas as fases do projeto do produto.

3.3 DOCUMENTOS

Para obtenção de dados técnicos e de gestão, foram consultados documentos referentes às minutas, contratos, planos de trabalho do projeto e *briefing* fornecido pelo cliente.

Foram analisados os relatórios de projetos e troca de informações com os clientes internos e externos, através de e-mails e atas de reuniões, sendo:

clientes internos – projetistas das etapas posteriores à fase de concepção, como equipe de engenharia do produto, projeto e fabricação do molde de injeção;

clientes externos – empresa solicitante do serviço e fornecedores.

Para evidenciar a utilização dos recursos tecnológicos, foram selecionadas imagens da modelagem 3D de cada produto, extraídas dos softwares utilizados no desenvolvimento das concepções com suas características técnicas. Além de fotos do ambiente de desenvolvimento e dos produtos desenvolvidos e em fase de desenvolvimento, respeitam-se os limites de sigilo do projeto.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O objetivo desse capítulo é apresentar os dados e análise das respostas aos questionários, que teve como finalidade buscar relatos das experiências de outros escritórios de projetos na utilização dos recursos tecnológicos e nas práticas de gestão do PDP.

Apresenta ainda os dados e análise de quatro projetos desenvolvidos por um escritório de projeto, sendo feito posteriormente um comparativo das práticas do escritório em estudo com os resultados do questionário e as metodologias estudadas na revisão da literatura.

Foi importante para identificar como as empresas desenvolvedoras de produtos têm explorado os recursos tecnológicos, como são formadas as equipes, as metodologias, ferramentas utilizadas e como gerenciam as atividades de projeto.

4.1 QUESTIONÁRIO

O questionário foi enviado para 60 profissionais, com uma taxa de retorno de 40%, os quais representam empresas da região Nordeste e Sudeste desenvolvendo projetos de produtos com nível de complexidade similar aos estudados. Os profissionais foram selecionados a partir da participação no desenvolvimento dos produtos e indicação de especialista da área.

Os resultados da pesquisa seguem a mesma sequência do questionário (APÊNDICE A) e apresentam a análise das respostas obtidas através da sua aplicação para coleta de dados.

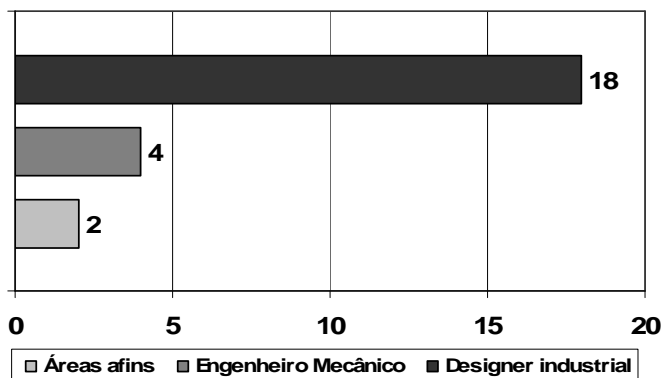
Resultados e análise

Devido ao conteúdo exposto por alguns profissionais que participaram da pesquisa, serão analisados apenas os dados mais relevantes referentes às respostas das questões abertas. Os resultados na íntegra estão apresentados no APÊNDICE B.

Dos 24 profissionais que responderam ao questionário, 72% têm formação em Design de Produtos, 16% têm formação em Engenharia e 12% têm formação em áreas afins.

Todos os profissionais contribuíram com informações sobre o PDP, sendo que dos 72% dos designers que atuam no processo, 24% estão alocados em escritórios de design. As respostas foram agrupadas, gerando o Gráfico 1.

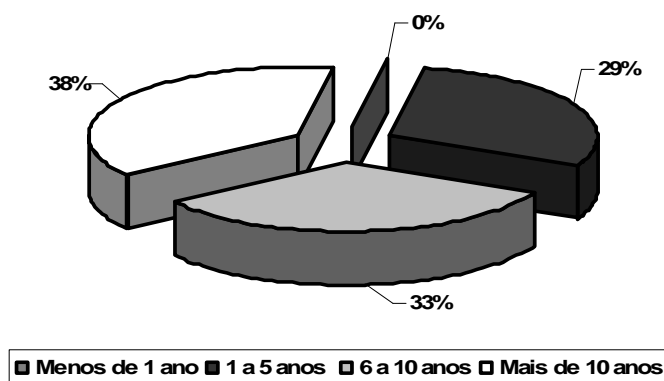
Gráfico 1. Formação dos profissionais (Questão 01)



Fonte: Próprio autor

Quanto à caracterização da experiência dos profissionais consultados, os resultados indicaram que 38% têm experiência superior a 10 anos no PDP, 33% encontram-se na faixa entre 6 a 10 anos de experiência e 29% estão na faixa entre 1 a 5 anos de experiência, conforme apresentado no Gráfico 2. A amostra está bastante equilibrada em relação ao tempo de envolvimento com atividades de projetos, permitindo a obtenção de informações sobre o uso dos recursos tecnológicos com profissionais mais experientes e também com os mais novos no mercado.

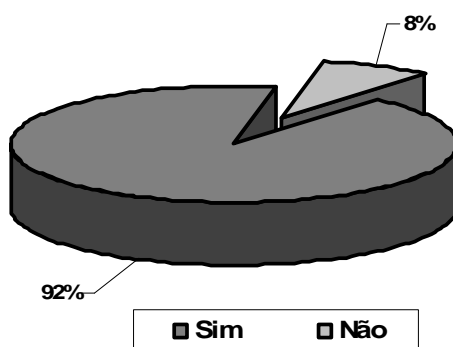
Gráfico 2. Tempo de experiência dos profissionais (Questão 02)



Fonte: Próprio autor

O planejamento das atividades é uma prática de gestão do ambiente de trabalho de 92% dos profissionais que responderam ao questionário, apenas 8% não executa atividades de planejamento (Gráfico 3).

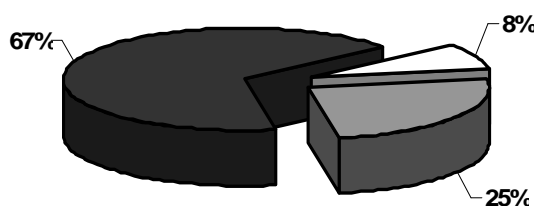
Gráfico 3. Planejamento de atividades (Questão 03)



Fonte: Próprio autor

O Gráfico 4 apresenta a definição do ambiente de trabalho do profissional questionado, sendo possível nas análises seguintes, dividi-las de acordo com o tipo de ambiente. Dos 24 profissionais questionados, 67% trabalham em empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento de produtos (do planejamento até entrega do produto físico) e 25% trabalham em escritórios de design (especificamente a fase de conceito, projeto preliminar e detalhado). Os 8% que sinalizaram outros ambientes referem-se à consultoria e operação industrial.

Gráfico 4. Caracterização do ambiente de trabalho (Questão 04)



■ Escritório de design ■ Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos □ Outros

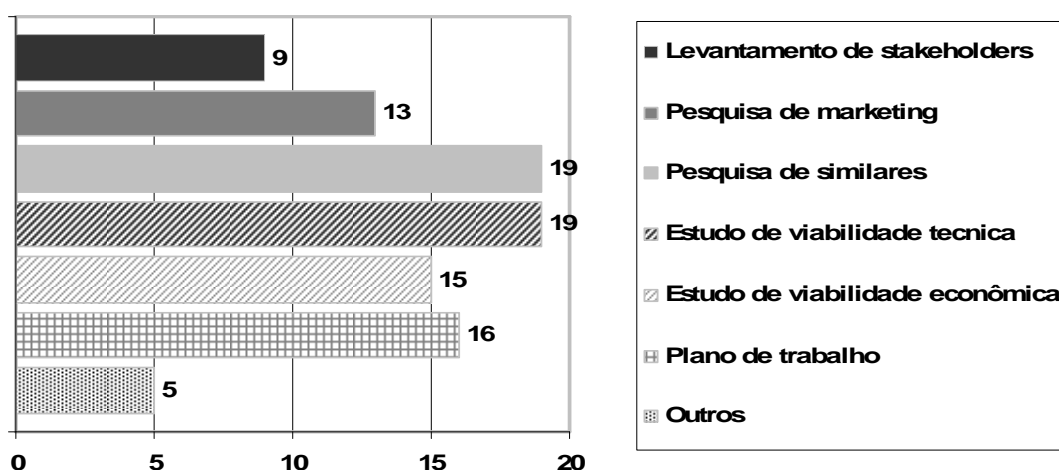
Fonte: Próprio autor

Quanto às atividades e procedimentos que antecedem a execução do projeto, o estudo de viabilidade técnica (19) e pesquisa de similares (19) estão empatados e são os itens de maior frequência registrados na pesquisa. Logo após por elaboração de plano de trabalho (16) e estudo de viabilidade econômica (15) com resultados bem equilibrados, estão apresentados no

Gráfico 5. Evidencia-se que as práticas mais comuns são inerentes às várias propostas de métodos estudados, sendo que o item com menor registro – levantamento de *stakeholders* – trata-se de uma atividade bastante importante e que é pouco explorada pelos pesquisados.

Percebe-se que dos 92% (22) dos profissionais que planejam as atividades, em resposta à questão 3, 64% (16) recorrem ao plano de trabalho antes do início da execução do projeto do produto. Os itens fazem parte da fase de planejamento e projeto informacional. No item “outros” foram listadas atividades de análise do impacto ambiental (2), ergonomia, análise dos requisitos do cliente (viabilidade técnica), análise da marca/leitura de posicionamento da marca e produtos (pesquisa de marketing), os quais fazem parte da caracterização dos tópicos listados.

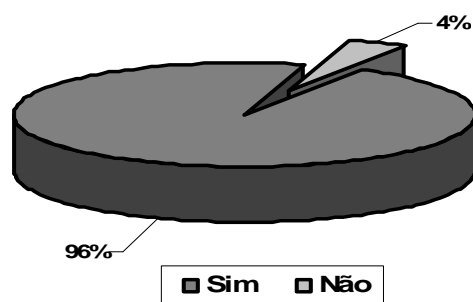
Gráfico 5. Atividades e/ou procedimentos que antecedem a execução do projeto (Questão 05)



Fonte: Próprio autor

Diante do perfil dos profissionais apresentados anteriormente, 96% consideram que um conjunto de ações, relacionadas entre si de forma lógica e coerente a fim de promover um resultado favorável à organização (qualidade e satisfação do cliente), tanto em nível interno como externo, melhora o desempenho da empresa, como mostra o Gráfico 6.

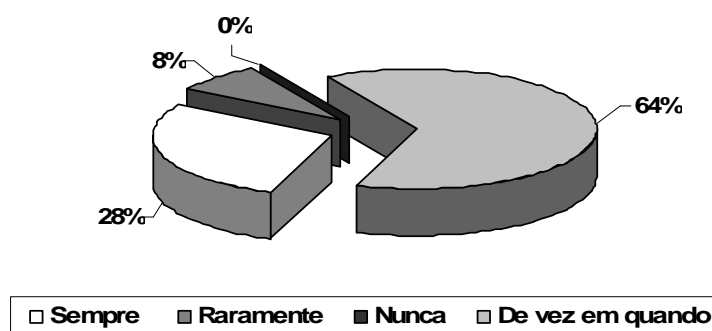
Gráfico 6. Estruturação das atividades na forma de processos de negócio x Desempenho da empresa (Questão 06)



Fonte: Próprio autor

Apesar do planejamento das atividades tratar-se de uma prática dos profissionais pesquisados, percebe-se que somente 29% conseguem fazer entregas nos prazos estabelecidos. A maioria, 64%, faz entregas de alguns projetos no prazo e, em outros momentos, extrapolam o planejamento, conforme ilustrado no Gráfico 7. Poucos foram os resultados referentes às raras entregas (8%), que estão associadas à questão 8, sendo relacionadas ao item “formação de equipes”. Dos escritórios de design, foi identificado que apenas duas equipes, de um total de seis, atendem ao prazo “de vez em quando”.

Gráfico 7. Entregas de projetos no prazo (Questão 07)



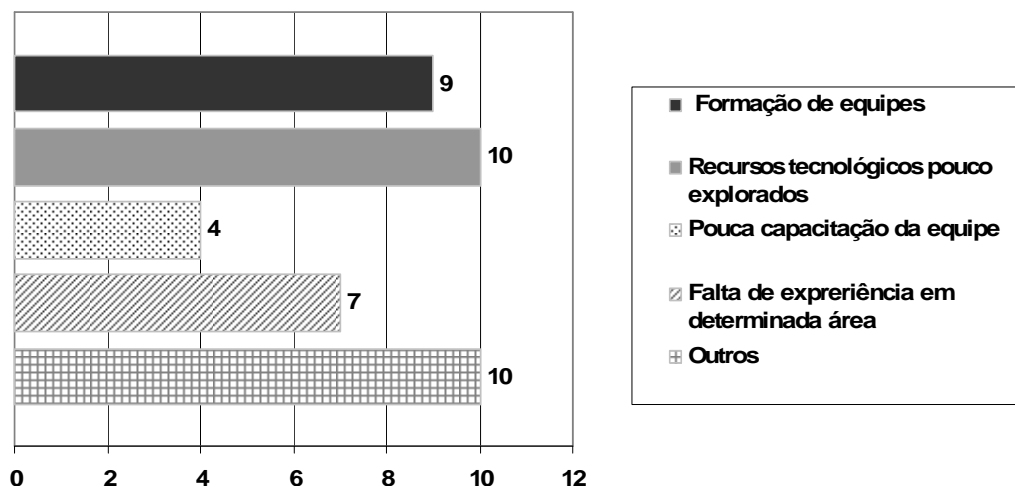
Fonte: Próprio autor

Quando questionados sobre o que compromete a entrega no prazo, os itens com maior frequência referem-se aos “recursos tecnológicos pouco explorados” e “outros”, como mudanças de escopo (3), “imprevisibilidade em algumas etapas como modelagem CAD” e “equipe com muitas atividades em paralelo (planejamento)” (2).

O item formação de equipes também apresentou um número considerável, com 9 eventos registrados, conforme Gráfico 8. Considera-se importante uma melhor distribuição das atividades entre os integrantes da

equipe de projeto e utilização dos recursos tecnológicos, de modo que favoreça a entrega do projeto no prazo definido em planejamento.

Gráfico 8. Causas que comprometem a entrega no prazo (Questão 08)

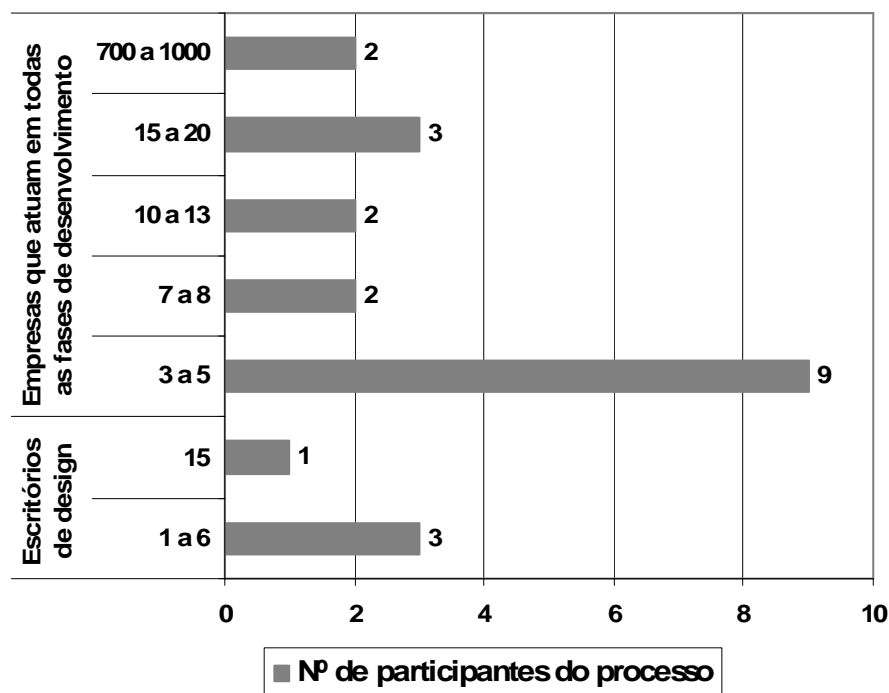


Fonte: Próprio autor

Dos 24 profissionais, 22 forneceram informações sobre quantas pessoas participam do processo. Nos escritórios de design, varia de 1 a 15 profissionais atuantes na fase de conceito. Quanto aos profissionais de empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento está entre 3 e 1000 pessoas atuantes na concepção dos produtos.

Os grupos são bastante distintos. Há uma maior ocorrência, para os dois ambientes investigados (escritórios de design e empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento), da faixa de 1 a 6 profissionais atuando no desenvolvimento de projetos de produtos. Para o número de empresas que atuam em todas as fases do PDP (64%), 18 responderam e 9 possuem equipes de 3 a 5 profissionais. As respostas foram agrupadas gerando o Gráfico 9.

Gráfico 9. Número de participantes no PDP (Questão 09)



Fonte: Próprio autor

Em relação à função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase na questão 10, as respostas foram agrupadas considerando as fases de projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado:

- Profissionais de escritórios de design – todos responderam (6).

Quadro 6 – Profissionais que atuam em cada fase de projeto – Escritórios de Design – Questão 10

	Escritório 1	Escritório 2	Escritório 3	Escritório 4	Escritório 5	Escritório 6
Projeto informacional	1	3	6	2	1	1
Projeto conceitual	1	5-10	5	4	1	2
Projeto preliminar	1		4	1-4		
Projeto detalhado	1	2	2	2	2	1

Fonte: Próprio autor

- Profissionais de empresas que atuam em todas as fases do PDP – dos 15 profissionais, apenas 10 responderam esta questão.

Quadro 7 – Profissionais que atuam em cada fase de projeto – Empresas que atuam em todas as fases do PDP – Questão 10

	Empr . 1	Empr . 2	Empr . 3	Empr . 4	Empr . 5	Empr . 6	Empr . 7	Empr . 8	Empr . 9	Empr . 10
Projeto informacional	10	2	1				10	2	2	1-3
Projeto conceitual	4	2	3	5	1	3	4	1	3	5-10
Projeto preliminar	4	2		5		7	3			
Projeto detalhado	4	6	2	2	5	5	3	2	1	2-5

Fonte: Próprio autor

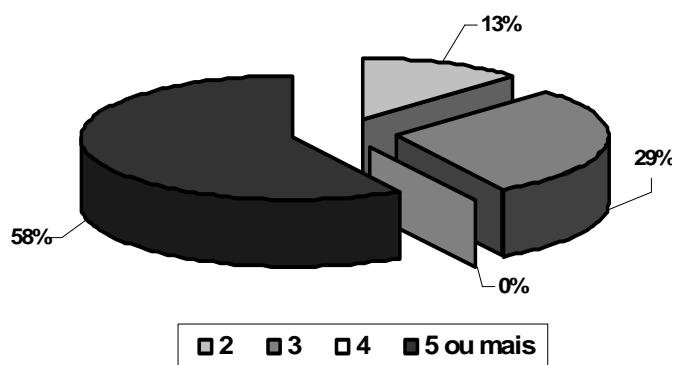
Diante dos dados, para a fase de concepção, os resultados estão entre 1 a 10 profissionais participantes no processo, nos dois ambientes pesquisados, sendo que a maior frequência dos escritórios de design é de 1 a 5 designers definindo o conceito do produto. Para as demais empresas a frequência maior é de 3 a 5 profissionais atuando na fase conceitual.

As equipes que possuem de 700 a 1000 profissionais registraram que não é possível definir a quantidade de pessoas por etapa de projeto. Existe muita variação no decorrer do processo.

Percebe-se que há uma distribuição coerente dos resultados da questão 09 com as respostas da questão 10, sendo que, em alguns ambientes, ainda ocorre sobreposição de função, ou seja, um mesmo profissional desempenha mais de uma especialidade em todo processo.

Esses profissionais desenvolvem mais de um produto ao mesmo tempo e, de acordo com a pesquisa, foram registrados 58% para o item “5 ou mais” produtos que são desenvolvidos simultaneamente (Gráfico 10). 67% dos escritórios de design (25%) sinalizaram que desenvolvem “5 ou mais” produtos simultaneamente, o que evidencia o grande número de atividades para uma equipe pequena, com no máximo 15 pessoas.

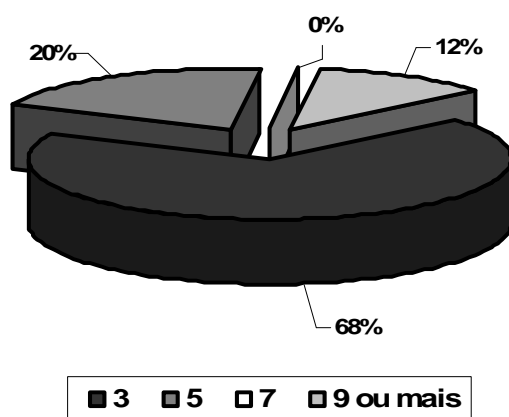
Gráfico 10. Quantidade de produtos desenvolvidos simultaneamente (Questão 11)



Fonte: Próprio autor

Fica evidenciado no Gráfico 11 que a maioria dos profissionais desenvolve 3 alternativas de solução na fase de concepção.

Gráfico 11. Quantidade de alternativas geradas na fase conceitual (Questão 12)



Fonte: Próprio autor

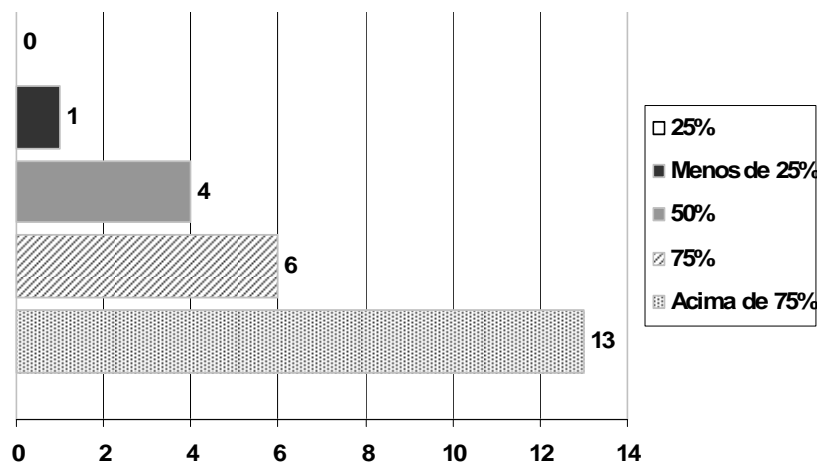
Quando questionados sobre quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual, dos 68% registrados para a resposta de 3 alternativas geradas, 18% correspondem aos escritórios de design. Dos 25% dos entrevistados que são profissionais de escritórios de design, 50% responderam que geram 3 alternativas na fase de projeto conceitual.

Dos 68% registrados para a resposta “3 alternativas”, 82% correspondem às empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento. Dos 62% dos entrevistados, 70% responderam que geram 3 alternativas na fase de projeto conceitual.

Do resultado geral, 20% responderam que geram “5” alternativas e 12% responderam “9 ou mais” alternativas.

Para identificar uma média de concepções que eram desenvolvidas pela equipe e que conseguiram atender às especificações iniciais do cliente, os profissionais foram questionados a partir de referências percentuais. Foi registrada uma frequência maior para a opção “acima de 75%” de concepções desenvolvidas que atenderam às especificações iniciais do cliente (Gráfico 12).

Gráfico 12. Número de concepções desenvolvidas que atenderam especificações iniciais do cliente (Questão 13)

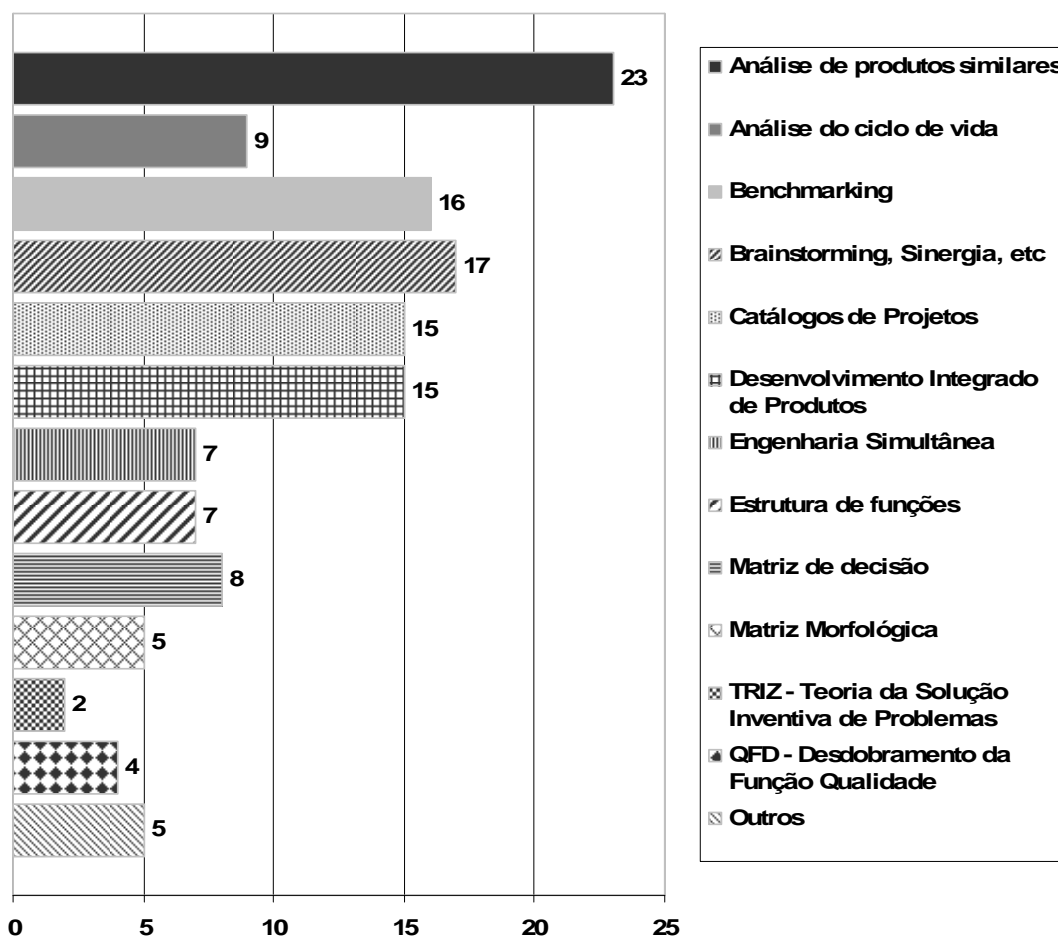


Fonte: Próprio autor

Foram listados alguns métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados na fase de concepção dos produtos e o item com maior frequência está associado à análise de produtos similares com 23 eventos registrados, seguido de ferramentas de criatividade com 17, Benchmarking com 16 e empatados em quarto lugar, catálogos de projetos e DIP.

Apesar de vários estudos apontarem o QFD e TRIZ, como ferramentas que reduzem o risco, facilitam o fluxo de informações e auxiliam na tomada de decisão na execução das atividades de projeto, muitas empresas não as utilizam, mantendo as práticas mais triviais e de maior facilidade de aplicação, conforme apresentado no Gráfico 13.

Gráfico 13. Métodos e ferramentas utilizadas na fase de concepção (Questão 14)



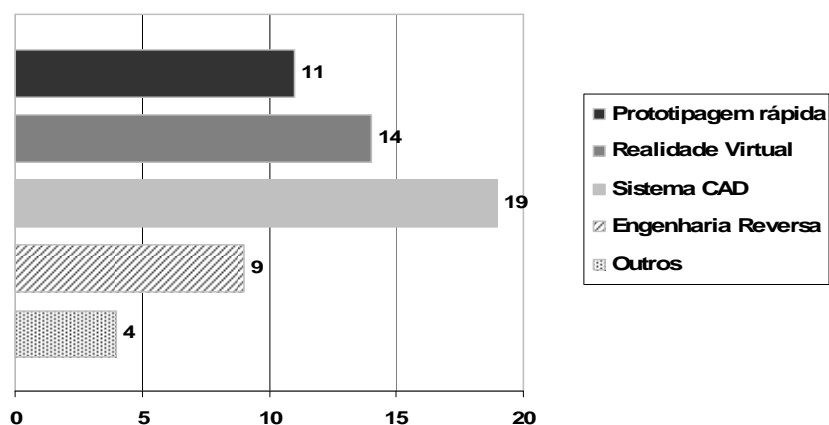
Fonte: Próprio autor

O recurso tecnológico mais utilizado pelos profissionais são os sistemas CAD com 19 registros, seguido do recurso de realidade virtual com 14 registros e prototipagem rápida com 11, apresentados no Gráfico 14. Como não há uma definição de RV no questionário aplicado, pode haver diferenças no conceito de RV para as pessoas que responderam ao mesmo.

As respostas à opção “outros” refere-se à modelagem 3D, visualização em tempo real (stereo) e animação 3D (stereo).

Percebe-se que dos 24 profissionais que responderam ao questionário, 79% utiliza o sistema CAD no PDP, 58% e 46% têm acesso à ferramenta de RV e PR, respectivamente e apenas 37% utilizam a ER na fase de concepção. Fica evidente que alguns recursos podem ser utilizados para agilizar o processo, mas não são incorporados às práticas de desenvolvimento.

Gráfico 14. Recursos tecnológicos utilizados na fase conceitual (Questão 15)

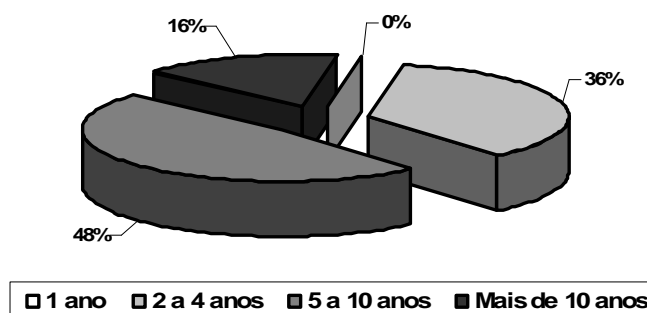


Fonte: Próprio autor

Quanto ao tempo que utiliza as tecnologias, percebe-se que há uma relação entre o tempo de experiência (33% para mais de 10 anos) e o tempo de utilização das ferramentas no PDP (16% para mais de 10 anos). Isso confirma que alguns profissionais iniciaram suas atividades sem o uso dos recursos tecnológicos, pois mais da metade dos profissionais que começaram a trabalhar a mais de 10 anos iniciou sua carreira sem conhecer os atuais recursos tecnológicos. Por outro lado, o percentual que trabalha a partir dos 5 anos conhece os recursos e que a grande maioria, cerca de 80%, dos que trabalham na área entre 5 e 10 anos conhecem os recursos tecnológicos desde o início de suas carreiras.

No Gráfico 15, fica evidenciado que o maior índice (48%) está relacionado com o período de 5 a 10 anos. O que corresponde ao período que algumas ferramentas tiveram maior divulgação no mercado e acesso pelos estudantes de design e áreas afins.

Gráfico 15. Tempo que utiliza os recursos tecnológicos (Questão 16)



Fonte: Próprio autor

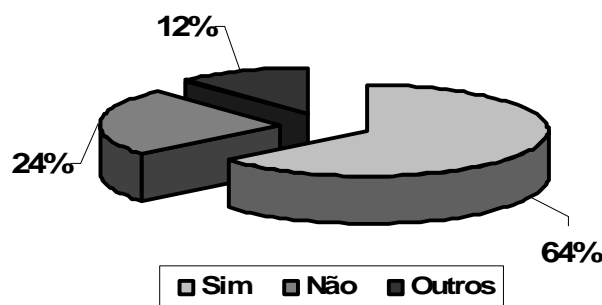
Para o uso dos recursos, as respostas indicam que 64% dos profissionais foram treinados para realização das atividades de projeto utilizando os recursos (Gráfico 16). Mas ainda existem profissionais (24%) que não passaram por treinamento, evidenciado pelos relatos abaixo:

“O treinamento é no dia a dia dos projetos com acompanhamento de pessoas que já trabalham com as ferramentas a mais tempo”;

“CAD/CAE sim, outros muito pouco”;

Esse procedimento pode interferir no desempenho das atividades devido a pouca exploração das soluções oferecidas pelas ferramentas.

Gráfico 16. Número de profissionais que foram treinados para utilização dos recursos (Questão 17)



Fonte: Próprio autor

Os profissionais que confirmaram o treinamento, relataram algumas contribuições:

- Profissionais de escritórios de design

“[...] vantagem é a exploração de nova soluções para o mesmo problema e ganho de agilidade em cada etapa do processo.”

“Melhora na agilidade e qualidade dos projetos, já que quando se tem um giro grande de projetos simultâneos precisa-se de uma equipe relativamente grande.”

- Profissionais de empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento

“Melhoria da qualidade e velocidade”;

“O treinamento capacita o profissional, dando-o ferramentas para atender as necessidades da empresa”;

“No caso da prototipagem rápida, o planejamento adequado para aproveitamento da matéria-prima, tempo e qualidade final”;

“Acelera o processo de execução, facilita o diálogo entre a equipe e melhora o desenvolvimento do projeto”;

"- Inovação tecnológica;
 - Acompanhamento do mercado;
 - Praticidade ao planejar;
 - Melhoria de tempo de execução;
 - Redução de custos (geral);
 - Possibilidade de multiplicação."

“Capacitar a equipe, poder melhor explorar os recursos dos programas, maior rendimento da equipe...”

“Atualização tecnológica, desenvolvimento e otimização de projeto de produtos”.

Diante dos relatos, fica evidente que a maioria das respostas se refere ao ganho na agilidade e maior exploração da ferramenta, com uso adequado do recurso, conseqüentemente colabora na redução do tempo e custo do projeto.

Quanto às dificuldades encontradas na adaptação, dos 24 profissionais, 11 responderam que houve dificuldades na inserção de novas tecnologias e 7 consideraram a inserção dos recursos nas atividades de projetos de forma tranquila, sem comprometer o desempenho. Alguns comentários foram feitos sobre as dificuldades, tais como:

“[...] dificuldade em troca de ferramentas/ formato de entrega em *iges/ parasolid/ step.. etc...*”

“adaptação a diferentes plataformas CAD”

“resistência a mudanças do pessoal mais antigo”

“habilidade técnica”

“...forma de trabalho, principalmente, no que se refere à necessidade de registro de informações”

“diferentes áreas, como saúde e engenharias geram dificuldade de compreensão de conceitos e terminologias”

“mudança nos processos sempre gera reações...”

“[...]tudo que é oposto à rotina, se torna no início, um pouco complicado!”

Todos os profissionais que participaram da pesquisa confirmam que o uso dos recursos é benéfico para o PDP, principalmente, no que diz respeito ao

ganho de tempo, redução dos erros e melhor registro de informações com maior controle dos dados de projeto, evidenciado pelas justificativas listadas:

“*mockups* e prototipagem rápida apontam problemas que não podem ser percebidos em maquetes virtuais.”

“... diminuem a chance de erros e retrabalho ao final do projeto, bem como redução de custos ao final do projeto.”

“...diminuição do tempo de projeto.”

“A prototipagem rápida é essencial para verificar o volume e anatomia de um produto, e a realidade virtual é muito importante para cores e outras especificações.”

“Otimização do tempo e diminuição de erros de projeto.”

“Quando bem utilizados, os recursos computacionais ajudam consideravelmente no desenvolvimento de produtos.

Algumas vantagens:

1-Quando executamos em uma plataforma CAD um layout preliminar de um produto que será desenvolvido; todos os conceitos de design (com as linhas estéticas que serão propostas para o produto) serão desenvolvidas de modo coerente com grande margem de segurança para o desenvolvimento do produto, evitando-se retrabalho ou geração de alternativas inviáveis.

2-Desde antes mesmo, de se gerar qualquer concepção estética, com um layout CAD desenvolvido para um produto, pode-se antecipar dados de grande importância como: a massa do material a ser utilizada no produto (valor aproximado nesta etapa porém de grande importância para determinação inclusive das dimensões máximas que o produto poderá ter para se tornar competitivo), modo de montagem do produto, o seu sistema de fechamento, aspectos de ventilação, a usabilidade proposta, bem como o estudo preliminar do processo de manufatura.

3- A enorme facilidade de se propor conceito de produtos com complexas geometrias, principalmente quando utilizamos softwares CAD baseados em modelagem de superfícies.

4- A facilidade de edição e ajustes no desenvolvimento de uma geometria CAD, quando utilizamos softwares paramétricos baseados em sólidos.

5- A facilidade de criação e edição quando utilizamos uma interface que facilita a usabilidade para as atividades de desenvolvimento em um ambiente CAD, como os mouses tipo caneta ou as mesas digitalizadoras Wacom.

6- A Engenharia Reversa que auxilia o desenvolvimento de superfícies complexas em ambiente CAD, ao gerar uma nuvem de pontos como resultado de um escaneamento de modelos previamente desenvolvidos pelos dinâmicos e intuitivos processos manuais.

7- A Prototipagem Rápida que permite diversos testes, como a análise simbólica do produto em uma realidade tridimensional,

aspectos ergonômicos, aspectos funcionais, de montagem e de manufatura.

8- Os recursos computacionais, em síntese, favorecem em muito o desenvolvimento de todo o processo da engenharia simultânea, permitindo um melhor entendimento entre as partes envolvidas no desenvolvimento dos produtos."

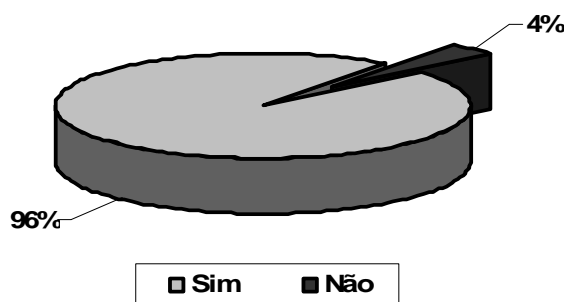
"Sistematização, discussão orientada, registro das informações e considerações de informações relacionadas ao ciclo de vida do produto."

"Melhor visualização de cada processo em desenvolvimento, o que resulta em melhor gerenciamento de dados e decisões.

"Eles são fundamentais para a execução do trabalho"

Quanto à redução do tempo, é praticamente unânime o reconhecimento ao uso dos recursos tecnológicos no PDP, conforme Gráfico 17.

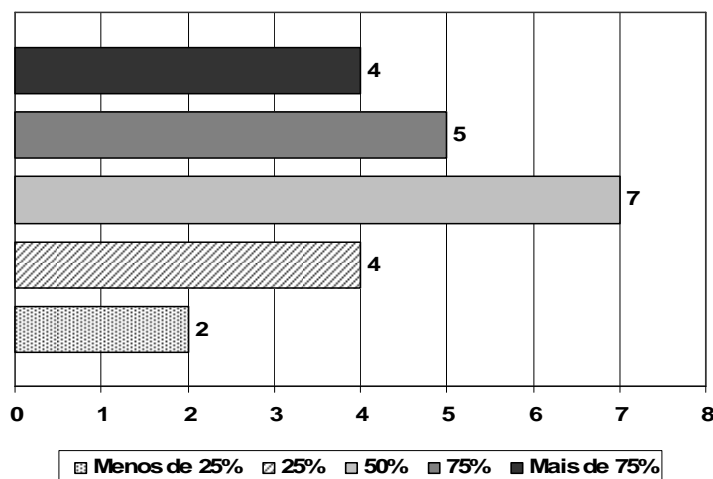
Gráfico 17. Redução do tempo de desenvolvimento (Questão 21)



Fonte: Próprio autor

Diante da afirmativa de redução do tempo e supondo que devido a algumas dificuldades no uso dos recursos registrados anteriormente, 7 profissionais (maior índice) consideram que o ganho de tempo é de 50%, somente 4 consideram "mais de 75%" e 5 consideram "75%". Seguido de 4 que consideram o ganho de "25%" e 2 profissionais afirmam ser "menos de 25%" o ganho no desenvolvimento com a utilização os recursos, com variação ilustrada no Gráfico 18.

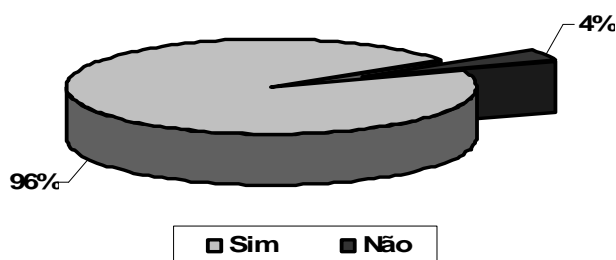
Gráfico 18. Ganho de tempo com utilização dos recursos (Questão 22)



Fonte: Próprio autor

Em relação à qualidade do produto final, 96% dos profissionais afirmaram que a utilização dos recursos tecnológicos aprimora o resultado final, o que pode ser percebido pelo cliente, conforme Gráfico 19.

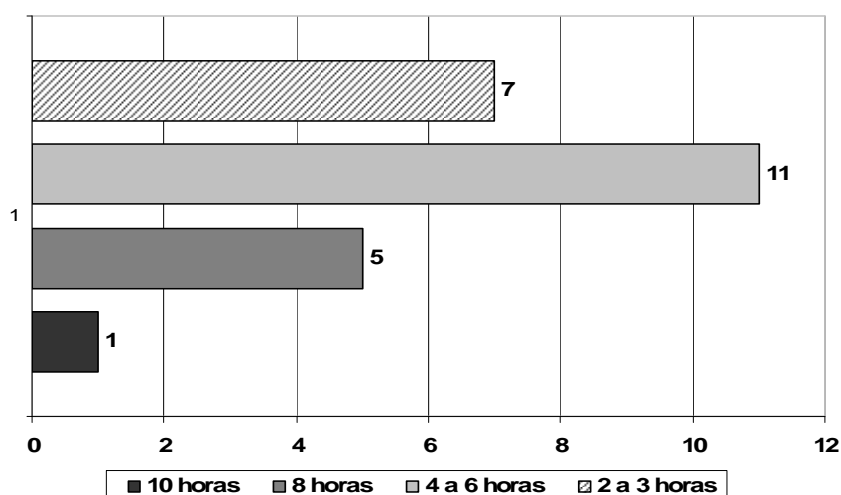
Gráfico 19. Qualidade do produto final



Fonte: Próprio autor

Para comparar o tempo de dedicação à atividade de desenvolvimento entre equipe do estudo de caso e outros escritórios de projeto, foi solicitado que os profissionais discriminassem a carga horária média de dedicação ao projeto. Dos 24 profissionais que participaram da pesquisa, 46% dedicam de 4 a 6 horas diárias ao desenvolvimento de determinado produto, 29% dedicam de 2 a 3 horas e 21% dedicam 8 horas em atividades de desenvolvimento, ou seja, têm dedicação exclusiva no desenvolvimento de produtos, assim como o profissional que registrou 10h. De 4 a 6 horas foi o maior índice registrado, estando em conformidade com o escritório em estudo. As respostas foram agrupadas e registradas no Gráfico 20.

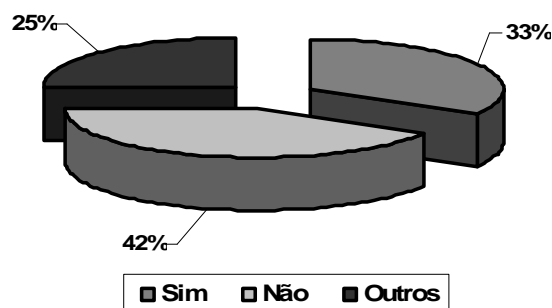
Gráfico 20. Tempo de dedicação ao projeto (Questão 24)



Fonte: Próprio autor

Quanto à comparação entre o custo orçado e o custo real do trabalho, as respostas ficaram equilibradas. Conforme o Gráfico 21, 42% registraram que o custo orçado NÃO é compatível com o custo real do trabalho, já 33% registraram que SIM, o orçamento é compatível com o orçado e 25% registraram outras situações, tais como: não têm a informação, ou consideram que depende do projeto e do cliente. O maior índice indica que ainda ocorre muito desenvolvimento de projetos com perdas financeiras, pois os profissionais dedicam mais tempo do que o orçado para cumprir as metas, ou reduzem o valor dos projetos para ganhar ou manter os clientes. Outra justificativa para isto seria uma possível desvalorização do trabalho do designer pelo mercado.

Gráfico 21. Custo orçado x custo real do trabalho (Questão 25)



Fonte: Próprio autor

Dos 24 profissionais questionados sobre o retrabalho no desenvolvimento de produtos, 22 responderam, sendo que 90% afirmam que

existem retrabalhos e 10% afirmam que NÃO existem retrabalhos. Registrando algumas causas que podem provocar o problema:

“Os retrabalho também são gerados por falta de experiência”

“Problemas não detectados. Mudança do briefing”

”Erros de dimensionamento e apropriação de materiais”

“Burocracia e erros humanos”

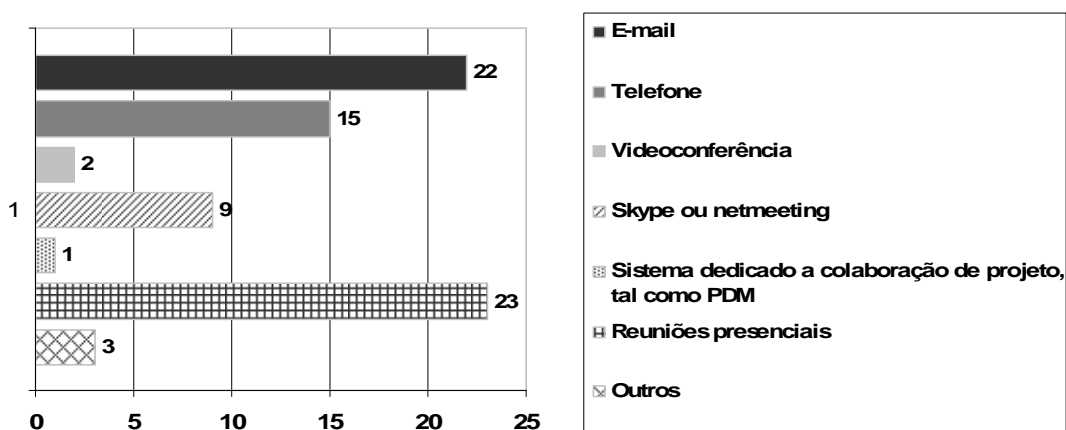
“[...] falta de um gerente de produto dentro da empresa e comunicação da equipe.”

“[...] a maioria é devido à mudanças constantes de requisitos para o projeto por parte do cliente, em outras palavras, pela alteração dos parâmetros projetuais. Levando a constantes novos estudos de layout, de viabilidade técnica e de manufaturabilidade, com consequentes redesenhos e alteração de remodelamento CAD previamente realizados.”

As causas registradas tendem sempre para os mesmos problemas. Foram vários comentários a respeito de mudança no escopo durante o desenvolvimento dos produtos devido às solicitações dos clientes, erros detectados na modelagem, protótipo físico ou virtual e falta de experiência dos profissionais envolvidos.

Para verificação dos meios de comunicação utilizados por estes profissionais entre clientes internos e externos, foi apresentada uma lista de opções (Gráfico 22 e Gráfico 23). A comunicação por e-mail e por meio de reuniões presenciais foram as opções mais assinaladas, seguido do telefone com 15 registros. Os outros recursos ficaram com índice baixo de utilização de 3 a 9.

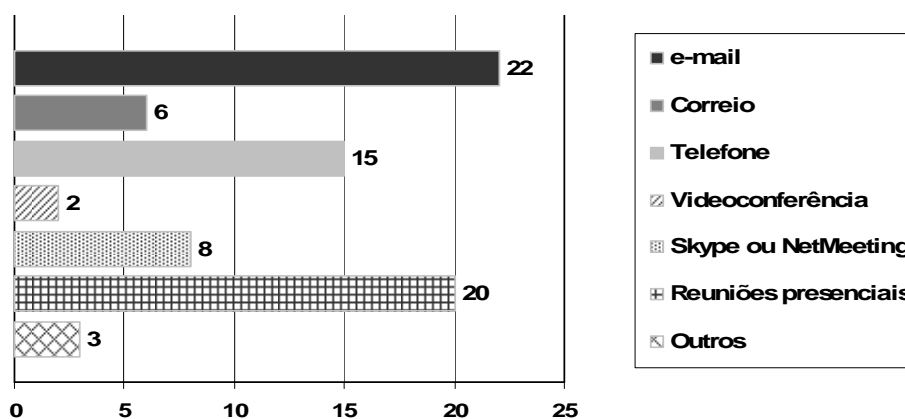
Gráfico 22. Comunicação com clientes internos (Questão 27)



Fonte: Próprio autor

Somente 1 empresa registrou o uso de um sistema dedicado à colaboração de projeto, como PDM. Fica evidente que são utilizados com maior frequência os meios de comunicação mais comuns, sendo que os demais itens podem oferecer grandes ganhos relativos a tempo quando há equipes trabalhando em um mesmo projeto em locais diferentes, podendo ter retornos imediatos.

Gráfico 23. Comunicação com clientes externos (Questão 28)



Fonte: Próprio autor

Quanto à satisfação dos clientes internos e externos em relação aos resultados alcançados, os profissionais responderam que o retorno dos clientes é satisfatório, havendo alguns comentários:

"Acredito que o processo está atendendo aos resultados propostos.

Embora necessitamos que o processo sistematizado de obtenção de informações seja mais rapidamente respondido, de maneira clara e definida por parte da empresa contratante do projeto, para evitar retrabalhos, e principalmente, perda de tempo no desenvolvimento, com conseqüente perda de competitividade."

"Em síntese, acreditamos que o fator humano ainda é imperioso e o mais importante, no processo do desenvolvimento de produtos, independentemente de qualquer tecnologia utilizada."

"Satisfatório, pois além de criarmos banco de dados, dispomos de tecnologia para realização de operações específicas junto ao cliente."

"Positiva!

Apesar da pouca estrutura que as empresas têm ao desenvolver o produto novo e inovador, os produtos desenvolvidos em nossa empresa têm sido satisfatórios de

acordo com a avaliação final do cliente que é feito em cada atendimento realizado.”

Através do retorno dos profissionais, fica claro que fazem uma avaliação do nível de satisfação dos clientes. Esse procedimento é importante para obter dados que proporcionem condições de melhorias no processo de desenvolvimento dos produtos.

No tópico seguinte serão apresentados os dados dos estudos de caso desenvolvidos em um escritório de projetos. As informações serão discutidas posteriormente. Será feito um comparativo entre as situações relatadas nas respostas do questionário e dos profissionais entrevistados no ambiente em estudo.

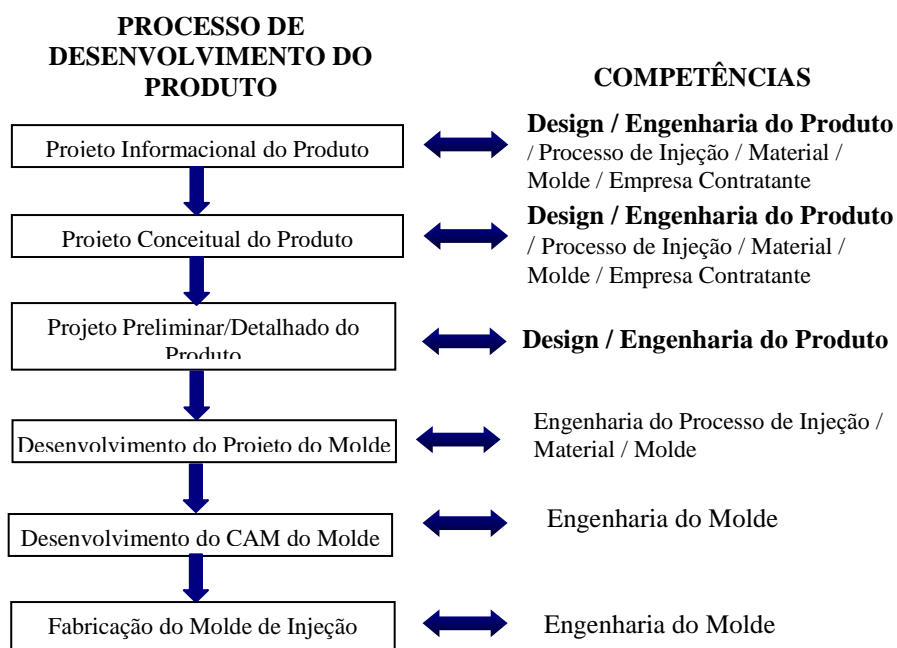
4.2 ESTUDOS DE CASO

Para realizar os estudos de caso, foi utilizada uma abordagem apoiada por entrevista semiestruturada e levantamento de dados dos projetos A, B, C e D que estão detalhados no formulário de coleta de dados (APÊNDICE C).

Os projetos A e B analisados no estudo foram desenvolvidos e concluídos pela equipe de projetos entre os anos de 2008 e 2009. Os projetos C e D foram acompanhados no período da pesquisa e tiveram início em 2010.

Os projetos em estudo contemplam as fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, com base no DIP, onde o design e a engenharia de produtos trabalharam de forma integrada para atingir os objetivos do projeto, seguindo metodologias de desenvolvimento de produtos (Figura 35).

Figura 35 – Etapas do Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP)



Fonte: SANTOS; PINA; FERREIRA, 2004.

O presente trabalho ateu-se à fase de projeto conceitual e preliminar, buscando usar os recursos racionalmente para colaborar com as fases posteriores.

Os produtos em desenvolvimento atenderão ao mercado de estabilizadores e no-breaks, pertencentes a um mesmo cliente/empresa, sendo que em contratos separados. O projeto C teve início com um mês de diferença em relação ao projeto D.

Os dados serão confrontados e analisados os resultados alcançados em cada processo.

4.2.1 Projeto A

Os dados levantados através do formulário do APÊNDICE C destacam as informações sobre custo, prazo e recursos utilizados no desenvolvimento do projeto A, o qual se refere a um no-break com compartimento para uma bateria. As informações sobre o processo de desenvolvimento foram adquiridas por intermédio da entrevista com os designers que participaram do projeto.

4.2.1.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto A

O escopo do contrato especifica o desenvolvimento (design e engenharia) de um gabinete para no-break, com tampa de acesso para troca de bateria pelo usuário, envolvendo as etapas de projeto informacional, conceitual, preliminar, detalhado, prototipagem, moldes rápidos (protótipos) para fabricação de pré-series (piloto) para certificação do produto, em material termoplástico injetado.

As informações dos documentos contratuais (*briefing*, minutas, contrato, plano de trabalho) e de projetos, como modelagens, imagens e fotos do produto forneceram dados sobre o processo de desenvolvimento do produto.

Os documentos contratuais mostram que o projeto A teve início em janeiro de 2008 sendo concluído o projeto preliminar em janeiro de 2009 com análise do protótipo. O tempo de desenvolvimento foi longo devido às mudanças de escopo, mudança na equipe e alterações no conceito solicitado pelo cliente, além de adaptação da equipe à nova ferramenta de modelagem 3D adotada pela instituição para base dos projetos.

Inicialmente, o cliente forneceu informações sobre os requisitos do projeto, presentes no *briefing*, o qual se baseou na análise de similares, com definição de um produto para estudo do leiaute dos componentes internos ao gabinete (Figura 36).

Figura 36 – Estudo do leiaute de um produto similar



Fonte: Escritório de projetos

Após a fase de projeto informacional, foram desenvolvidas três propostas conceituais e encaminhadas para o cliente em abril de 2008, ou seja, três

meses após a data de início do serviço. Foram denominadas “Super Side” (proposta 1), “Trem bala”(proposta 2) e “Jaspion”(proposta 3) presentes na imagem da Figura 37, sendo escolhida pelo cliente a primeira proposta.

Figura 37 – Proposta 1, 2 e 3 do No-break.



Fonte: Escritório de projetos

Todas as propostas foram modeladas no software Solidworks e foram gerados *eDrawing* para melhor entendimento da montagem e distribuição dos componentes pelo cliente. O *eDrawing* é uma ferramenta importante para o intercâmbio seguro, rápido e preciso de informações entre equipes de projetos e clientes (SOLIDWORKS, 2011).

Na proposta 2, também foi utilizado o software Rhinoceros para concepção inicial das formas.

Após análise mais aprofundada, o cliente percebeu que havia a necessidade de fazer ajustes devido aos requisitos iniciais do projeto, sendo então abortado o projeto da proposta 1, que já havia evoluído para a proposta da Figura 38 em junho de 2008. Ou seja, de abril para junho foram investidos tempo nos ajustes solicitados inicialmente pelo cliente, diante das primeiras propostas e, aproximadamente após dois meses, foi solicitado um novo conceito.

Figura 38 – Novo conceito derivado da proposta 1



Fonte: Escritório de projetos

As alterações foram feitas no período aproximado de dois meses, propondo uma fusão da primeira e segunda proposta. Com o uso das novas tecnologias CAD, foi proposto um novo conceito que contemplava a montagem e disposição de componentes anteriormente apresentadas na proposta 2 (que era igual ao do produto concorrente do mercado inicialmente apresentado pelo cliente). Foram aproveitadas características simbólicas de assimetria que estavam presentes no conceito de design aprovado anteriormente na proposta 1 em junho de 2008, sendo apresentado o conceito da Figura 39 em setembro de 2008.

Figura 39 – Conceito enviado em setembro de 2008

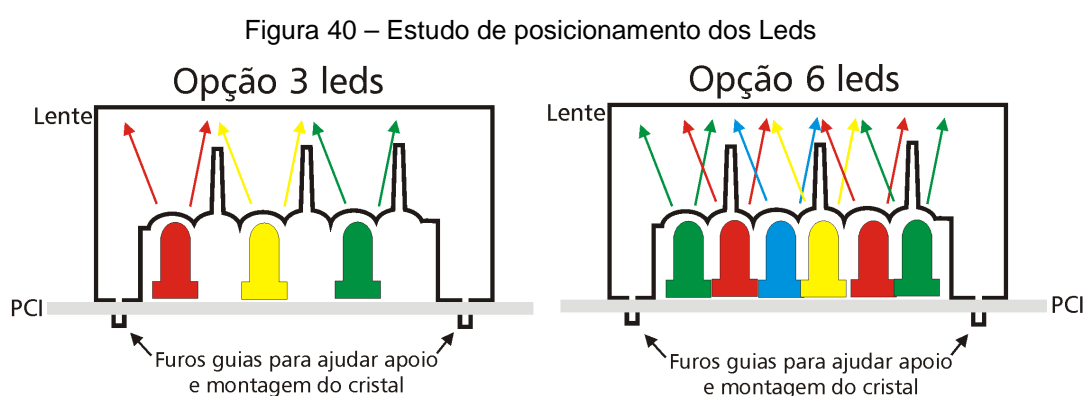


Fonte: Escritório de projetos

Uma nova proposta, deste modo, foi apresentada ao cliente com os prazos já vencidos. A nova proposta, além de trazer toda uma nova característica simbólica do design, já possuía elementos de engenharia já propostos como elementos suportes para componentes e fabricação validada

junto à equipe de desenvolvimento. Algumas modificações de aspectos de design levaram a retrabalho, como, por exemplo, detalhes de linhas finais da máscara, do botão acionador, da lente e da placa metálica do fundo. Entretanto, todas as modificações do design foram realizadas juntamente com o prosseguimento que foi dado à engenharia do produto.

O novo conceito sofreu algumas alterações no decorrer do processo por solicitação do cliente. Foi necessário incorporar novos componentes, nova proposta de dispositivo da chave liga/desliga e posicionamento dos leds (Figura 40), além de novas propostas formais da máscara.



Fonte: Escritório de projetos

Foi autorizado o envio dos arquivos para prototipagem em dezembro de 2008 do conceito da Figura 41, no qual foram feitas simulações da montagem dos componentes internos e fechamento do sistema em janeiro de 2009.

O protótipo foi feito através do processo de SLA (Estereolitografia) com resina epóxi que oferece um bom acabamento superficial e boa precisão para simulação de montagens do sistema.

Para chegar ao conceito final, as contribuições da equipe de engenharia foram fundamentais, principalmente, nas definições técnicas de espessura das paredes, linhas de fechamento do gabinete, montagem do produto, aspectos de ventilação, bem como dados de geometria do produto que viabilizam a fabricação do molde.

Figura 41 – Rendering digital e protótipo do produto



Fonte: Escritório de projetos

Neste projeto, foram também empregados recursos de engenharia reversa para o desenvolvimento do conceito do produto.

Um dos questionamentos do cliente é que o seu produto ficaria com um dimensional pouco maior que o do concorrente utilizado como referência para desenvolvimento.

Deste modo, foi escaneado o produto concorrente e foi apresentado ao cliente uma sobreposição volumétrica, entre as propostas. Através deste recurso, o cliente teve condições de observar que a proposta do produto concorrente era basicamente geométrica com presença de cantos vivos e limites de faces, ao passo que a proposta apresentada era orgânica (com grandes cantos arredondados para facilitar a texturização e confecção do molde). Os componentes internos ao gabinete (do cliente Projeto A) eram bem maiores que os componentes do concorrente.

Através do uso da tecnologia CAD, o cliente convenceu-se de que o seu produto deveria ser um pouco maior que o seu concorrente. Outra solução proposta seria que o cliente fabricasse componentes menores, o que não ocorreu.

Foram realizadas também simulações virtuais com todos os componentes, ou seja, foi o princípio básico da utilização do ambiente CAD. Desta maneira, o cliente sempre obteve concepções de propostas desenhadas dentro de uma realidade, em que o dimensional seria adequado para comportar os componentes.

4.2.1.2 Análise dos dados

De acordo com as entrevistas com a equipe de desenvolvimento, não foram gerados *sketches* para apresentação ao cliente.

Os conceitos podiam ter sido inicialmente apresentados através de *renderings* manuais para, após definição do conceito formal, ser modelado no sistema CAD o conceito formal escolhido. Entretanto, é possível verificar que não foi a utilização de recursos manuais ou digitais que interferiram no tempo gasto para o desenvolvimento da conceituação do produto.

Conforme relato de um dos componentes da equipe de projeto:

“Com a utilização apenas de *sketches* ou *rendering* manuais, certamente ganharíamos alguns dias no desenvolvimento dos conceitos, possivelmente de uma semana a quinze dias a menos. Desde que estes desenhos iniciais já contemplassem todos os aspectos de validação tridimensional dos seus componentes e da validação operacional da montagem do produto e de seu custo, como é sabido que foi solicitado pelo cliente para o projeto A.”

A equipe, com dois designers e um estagiário, estava envolvida em mais dois projetos em paralelo, havendo a necessidade de distribuir as tarefas e dedicação diária de aproximadamente seis horas.

Nos grupos de desenvolvimento onde há a presença de designers de estilo, designers modeladores 3D, equipe de engenharia de produto e engenheiros modeladores 3D com funções específicas e bastante definidas, como é o caso das grandes montadoras de automóveis (produtos de alta complexidade), é possível ver que a utilização de *sketches* e *renderings* ainda se constituem em uma grande ferramenta de desenvolvimento (TOVEY; PORTER, e NEWMAN, 2003), sendo diferente da realidade das pequenas empresas de desenvolvimento, onde muitas vezes, o desenvolvimento de produtos é realizado por pequenas equipes.

Para o desenvolvimento de um produto industrial, principalmente quando direcionados para empresas menores que não possuem na inovação o seu princípio básico de criação de novos produtos, os designers possuem uma liberdade de criação mais restrita, condicionado a diversos fatores de custo, montagem e fabricação.

Inicialmente, o cliente apresentou à equipe uma demanda de desenvolvimento, juntamente com um produto do mercado a ser utilizado como referência de desenvolvimento:

Gostaríamos que o produto proporcionasse uma montagem tão fácil quanto o produto XX (concorrente), sendo assim estamos entregando a vocês este produto do mercado para que vocês desenvolvam o seu conceito baseado nele. (voz do cliente)

A equipe, ao invés de desenvolver todos os conceitos baseados no produto de referência proposto pelo cliente, onde o mesmo já havia apresentado uma predisposição de validação do leiaute funcional (a disposição das peças e a montagem deveriam ser semelhantes ao do produto concorrente), desenvolveu apenas uma proposta que contemplava estes pré-requisitos de disposição de peças e montagem.

Durante o desenvolvimento da concepção e engenharia, também ocorreram mudanças da plataforma CAD que estava sendo utilizada (levou a um acréscimo de tempo de aprendizagem da nova ferramenta), bem como ocorreram mudanças de componentes da equipe.

Ocorreram muitas alterações por solicitação do cliente, interferindo nos prazos planejados, o que deveria ter sido realizado em 3 meses, foi executado em 10 meses.

O cliente, durante este período, em alguns momentos, demorou consideravelmente em responder à equipe de desenvolvimento ou modificou componentes que seriam utilizados para o produto, bem como acrescentou novos pré-requisitos, sendo que o produto já se encontrava na fase de engenharia.

Após a engenharia do produto já se encontrar bastante adiantada, o cliente abortou o conceito do design selecionado, devido a dificuldades na montagem e devido ao tamanho do molde por problemas na definição da partição do conceito gerado em junho de 2008.

A nova proposta, enviada para o cliente em setembro de 2008, foi aprovada para prototipagem rápida em dezembro de 2008. Em janeiro, novas mudanças foram solicitadas pelo cliente, como leds, quantidade de acionadores *touch*, trafos modificados em tamanho e em quantidade,

colocação de fotosensor. Neste período, o projeto encontrava-se na fase de engenharia propriamente dita.

A utilização das novas tecnologias CAD proporcionou uma recuperação rápida de todo o tempo gasto anteriormente e, em dezembro, o produto já estava sendo submetido à prototipagem rápida. Ou seja, o design do produto foi definitivamente aprovado após avaliação do protótipo rápido.

Percebe-se que houve o uso adequado da ferramenta CAD (apesar da mudança de plataforma), mas os contratempos gerados pelas constantes interferências do cliente geraram atrasos na definição do conceito do produto.

Conforme informação presente em relatório datado de 26/11/2008, a equipe questiona o briefing inicial com a seguinte declaração:

“Na verdade cabe uma reflexão sobre o briefing do produto.

De acordo com o briefing, o produto deveria ser o básico da linha de No Breaks da – empresa X. No entanto, fica difícil de conciliar básico, com menor massa de plástico possível, com troca de bateria, com todos os recursos possíveis a serem instalados no painel traseiro, botão touch mais complexo com vários LEDs cheios de funcionalidade e a maior placa PCI (valor agregado mais alto). A – empresa X – precisa definir qual é, afinal, o produto. Não se pode comparar a massa plástica a ser utilizada e o tamanho desse produto com o produto mais simples da – empresa concorrente, já que pelas especificações que a – empresa X – tem passado, mostra que este gabinete será utilizado para um produto de MAIOR valor agregado.

Diante do exposto, ocorreram, desde o início, problemas na definição do conceito pela empresa contratante. Também ocorreu troca da ferramenta CAD, havendo redução do ritmo do trabalho, pois a equipe estava em fase de adaptação da nova plataforma de trabalho. Não houve também uma análise mais aprofundada dos conceitos enviados inicialmente pela equipe de designers e engenheiros, sendo detectados problemas depois de passado algum tempo.

Uma nova concepção foi modelada em setembro de 2008, havendo uma fusão de conceitos de duas propostas anteriormente enviadas para o cliente. A partir desse momento, o projeto A seguiu um ritmo mais conciso, sendo que ainda com vários acréscimos e alterações de componentes.

4.2.2 Projeto B

As informações do formulário do APÊNDICE C contêm os dados encontrados durante o desenvolvimento do projeto B, o qual se refere a um no-break com compartimento para duas baterias que buscou inspiração no conceito do projeto A, sendo redimensionado para comportar os novos componentes solicitados pelo cliente. As informações sobre o processo de desenvolvimento foram adquiridas através da entrevista com os designers que participaram do projeto.

4.2.2.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto B

O escopo do contrato especifica o desenvolvimento (design e engenharia) de um gabinete para No-Break com capacidade para 2 baterias, com *display* digital, botão *touch* de acionamento múltiplo, fixação de diferentes transformadores, envolvendo as etapas de projeto informacional, conceitual, preliminar, detalhado, prototipagem, moldes rápidos (protótipos) para fabricação de pré-series (piloto) para certificação do produto, em material termoplástico.

As informações dos documentos contratuais (*briefing*, minutas, contrato, plano de trabalho) e de projetos, como modelagens, imagens e fotos do produto, forneceram dados sobre o processo de desenvolvimento do produto.

Os documentos contratuais mostram que o projeto B teve início em fevereiro de 2009, sendo que somente em junho de 2009 foi definido o *briefing*. O projeto preliminar foi desenvolvido no ano de 2010 com análise do protótipo.

Foi enviado em 14/05/2009 um documento para elaboração formal do *briefing*. Neste mesmo mês, foi enviado um *eDrawing* com um conceito preliminar para análise do cliente como auxílio na montagem do documento do *Briefing*. Neste *eDrawing* (Figura 42), o no-break (1 bateria) foi preliminarmente redimensionado para conter os componentes presentes no no-break de 2 baterias, mantendo características simbólicas semelhantes.

Figura 42 – Conceito preliminar No-break



Fonte: Escritório de projetos

Ocorreram duas reuniões em junho de 2009 para construção do *briefing*, onde foram definidos alguns pontos a serem incorporados ao conceito preliminar. A empresa forneceu alguns materiais de referência para o desenvolvimento, tais como:

- um nobreak de empresa concorrente;
- um Trafo (do Nobreak para produto a ser desenvolvido) montado em uma proposta de base metálica para fixação do produto no gabinete;
- Duas amostras de placas PCI para desenvolvimento com elementos dissipadores montados;
- Amostra de uma régua de 4 tomadas e outra de 1 tomada (padrão NBR 14136);
- 2 modelos de Tomadas (NBR14136) para engate em placa metálica, 1 Adaptador de tomadas para o padrão NBR14136 e 1 cooler DC Brushless.

O cliente solicitou o desenvolvimento do no-break com as seguintes características:

- Utilizar o no-break concorrente entregue na reunião como referência. O produto a ser desenvolvido deveria apresentar rodas e dimensional volumétrico semelhante;
- Utilizar as linhas estéticas que foram utilizadas no Nobreak de 1 bateria para referência da criação das linhas estéticas do Nobreak de 2 Baterias. Os produtos não precisariam ser iguais, apenas possuir

características simbólicas parecidas, comportar duas baterias (fornecidas anteriormente pelo cliente), que deveriam estar posicionadas de modo vertical, com os conectores voltados para cima, com tampa para o compartimento das baterias;

- O compartimento de baterias não precisaria apresentar proteção total aos elementos eletrificados, conforme foi utilizado no desenvolvimento do no-break de 1 bateria. Poderia apresentar uma proteção mais simplificada;
- O produto deveria utilizar uma placa para acionamento de dois acionadores *touch*, de um *display* digital de 03 dígitos e uma área suficiente para conter 02 chips de dimensional de 20 x 5 mm;
- O botão *touch* e a lente desenvolvida para o no-break de 1 bateria poderiam ser utilizados também no no-break de 2 baterias. Embora não se constitua uma obrigatoriedade de desenvolvimento;
- O produto deveria proporcionar uma montagem flexível para 02 tipos de traços e de 02 placas PCI diferentes, dentre outros componentes internos do produto.

Os encontros ocorreram em dias consecutivos, sendo apresentada para o cliente a proposta preliminar de distribuição dos componentes internos representados na imagem da Figura 43.

Figura 43 – Proposta preliminar de distribuição dos componentes internos



Fonte: Escritório de projetos

Em setembro de 2009, o produto encontrava-se em desenvolvimento do conceito, com a disposição dos elementos e componentes já posicionados e em acordo com as solicitações do cliente.

O conceito apresentado na imagem da Figura 44 foi enviado ainda no mês de setembro para avaliação do cliente.

Figura 44 – Conceito enviado para o cliente



Fonte: Escritório de projetos

Em dezembro de 2009, o produto encontrava-se na fase de engenharia. Com o conceito estético já aprovado, ao enviar os arquivos para análise do protótipo em outubro de 2010, o cliente fez algumas considerações sobre a máscara do no-break solicitando que o efeito do desnível com o botão fosse mais perceptível, conforme ilustrado na Figura 45.

Figura 45– Detalhe da máscara em CAD e protótipo físico



Fonte: Escritório de projetos

Foi feita nova prototipagem da máscara atendendo as solicitações do cliente. Foi dado acabamento no protótipo, com montagem dos componentes para nova análise, conforme imagem da Figura 46.

Figura 46 – Protótipo no-break duas baterias



Fonte: Escritório de projetos

4.2.2.2 Análise dos dados

Apesar do conceito do no-break de duas baterias ter se baseado no projeto A, existiu a necessidade de nova modelagem do produto devido aos componentes internos que fariam parte do sistema.

A construção do *briefing* em conjunto com a equipe de projeto favoreceu na definição dos requisitos do projeto, pois devido à experiência anterior, foi possível direcionar a composição formal e funcional do produto B.

Apesar da construção do *briefing* ter sido desenvolvida em conjunto, o cliente fez alterações no projeto em contradição com o que foi definido anteriormente, como, por exemplo, a disposição das baterias que, originalmente, foram propostas pelo cliente em uma posição (conectores para cima). Todo o projeto foi desenvolvido assim. Posteriormente, após a engenharia realizada, a posição das baterias foi invertida pelo cliente (conectores para baixo). Tal inversão ocasionou: redesenho da tampa da bateria e o redesenho de todo o sistema de alojamento deste componente.

Outro contratempo foi a modificação do compartimento das baterias, que ocorreu por diversas vezes, pelo cliente. De um simples contentor, acabou sendo solicitado um protetor bem maior, tipo “balde”. Tal modificação inclusive exigiu um grande retrabalho na engenharia já desenvolvida, o que gerou um termo aditivo para acréscimo dos custos deste novo molde (que acabou sendo bem maior do que o inicialmente acordado).

No final do projeto, foi acrescentado um display de LCD para o produto. A tampa teve que ser redesenhada para conter este novo componente. A posição dos outros componentes (que estavam presentes na placa dos *touch*) de retenção também teve que ser refeita.

Todo o produto originou-se (nas suas linhas principais do perfil) do posicionamento do botão acionador (o mesmo do projeto A) em uma angulação que permitisse a acomodação no produto das duas baterias na posição solicitada (em pé e com conectores para cima), além, é claro, dos demais componentes, tipo trafos etc.

Conseguiu-se, através dos recursos CAD, a utilização do mesmo botão acionador, embora trabalhando em uma angulação bem diferente, da utilizada no projeto A.

O logo (que é acoplado no topo da tampa) também é o mesmo que foi utilizado no no-break do projeto A. A lente é diferente. Foi desenvolvida uma nova lente para o no-break 2 de baterias.

Posteriormente, foi entregue uma amostra de um trafo grande com um anexo volumoso agregado (tipo uma bobina presa na sua parte inferior). Este elemento agregado de tão grande, ocasionou, por segurança, a execução de uma engenharia reversa do elemento, para validar se o componente continuaria cabendo no produto. Após a engenharia reversa deste trafo, houve a necessidade de se reposicionar alguns componentes, de se redesenhar os apoios, e de se alterar o alojamento da roda central.

Foi utilizada a mesma ferramenta CAD adotada no projeto A, sendo que o designer responsável pelo projeto já possuía maior intimidade com o recurso devido à experiência vivida no projeto anterior.

A concepção estética sofreu pequenos ajustes, principalmente, no que diz respeito às fendas para ventilação que foram aumentadas para garantir maior segurança ao no-break. Foi também acrescentado um detalhe à máscara

junto ao botão para realçar a forma e não deixá-lo perdido neste componente, buscando uma aparência mais agradável ao no-break.

O protótipo foi executado através do processo FDM, disponível no escritório e dado acabamento para deixá-lo com aparência mais próxima do real ao produto. Neste caso, o protótipo foi fundamental para o fechamento do projeto conceitual e preliminar.

4.2.3 Projeto C

As informações do formulário do APÊNDICE C apresentam os dados encontrados durante o desenvolvimento do projeto C, o qual se refere a um estabilizador com compartimento compatível com um trafo com dimensões definidas pelo cliente. As informações sobre o processo de desenvolvimento foram adquiridas através da entrevista com os designers que participaram do projeto.

4.2.3.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto C

O escopo do contrato especifica o desenvolvimento de um gabinete para no-break com bateria automotiva, empilhável, com configuração modular entre módulo auxiliar extra de bateria e unidade completa (bateria, transformador e placa de controle). O desenvolvimento do produto foi abortado quando já estava na fase de seleção das alternativas, sendo substituído pelo desenvolvimento de outro produto que resultou em um estabilizador.

As informações dos documentos contratuais (*briefing*, minutas, contrato, plano de trabalho) e de projetos, como modelagens, imagens e fotos do produto forneceram dados sobre o processo de desenvolvimento do produto.

O plano de trabalho mostra que o projeto C teve início em novembro de 2010. Atualmente, o desenvolvimento do produto está na fase de projeto preliminar. Inicialmente, o cliente forneceu informações sobre os requisitos do projeto, presentes no *briefing*, o qual se baseou na análise de similares, com definição de um produto para estudo do gabinete e leiaute dos componentes internos (Figura 47).

Figura 47 – Análise de produto similar



Fonte: Escritório de projetos

O produto C foi desenvolvido através da análise do *briefing* disponibilizado pelo cliente. Foram utilizadas ferramentas de projetos, como definição do escopo, análise de similares, *brainstorming*, geração de alternativas por meio de *sketchs* (esboços), seleção de alternativas através de atribuição de valores.

As alternativas do estabilizador que obtiveram maiores pontuações foram modeladas em 3D, totalizando 5 propostas, contemplando apenas o conceito estético, em software CAD. O processo ocorreu entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011.

É importante ressaltar que, antes de iniciar o desenvolvimento dos conceitos 2D, foram feitas, no mês de novembro, análises e pesquisas de similares e concorrentes, obtendo-se assim inspirações para então dar início à geração das alternativas. Geradas sete alternativas, foi feita uma apresentação das mesmas para equipe de Desenvolvimento de Produtos que ocorreu no período de 03 e 04 de janeiro de 2011, quando se conseguiu um feedback interno através dos comentários feitos. A partir daí, eliminaram-se duas das alternativas e as cinco restantes foram modeladas em 3D e então enviadas para o cliente.

O tempo total investido para a criação dos conceitos, diferenciando-os apenas quanto ao formato 2D e 3D, foram de três semanas para os sketches (2D) de duas semanas para os modelos 3D.

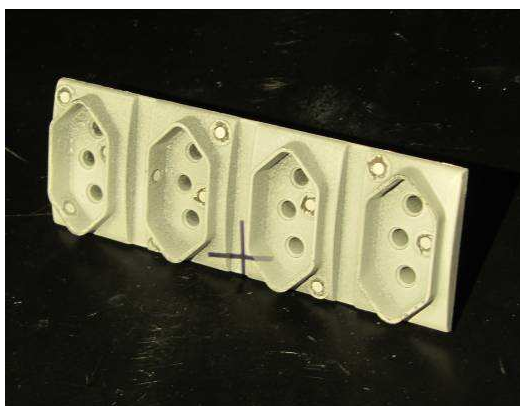
Em fevereiro de 2011, foram enviadas seis configurações para o produto, de acordo com um dos conceitos encaminhados em janeiro. O cliente, em

março, respondeu com alguns questionamentos sobre ventilação, transformadores (dimensões), leds, dentre outros.

A equipe respondeu aos questionamentos e obteve o retorno do cliente em março de 2011 com as considerações referentes às respostas. E novamente a equipe retornou aos comentários em abril de 2011. Toda comunicação é feita através de relatórios enviados por e-mail. Um dos conceitos foi aprovado com observações referentes à disposição dos componentes e concepção formal e estética do botão em abril de 2011.

Foi utilizado o recurso de ER para modelagem de parte do produto, como exemplo, um dos componentes que apresenta configuração padronizada, a régua de tomadas (Figura 48). O designer gerou a nuvem de pontos no período de duas horas. O mesmo considera que poderia ter feito o levantamento das dimensões com instrumento de medição e modelagem em CAD no mesmo tempo.

Figura 48 – Régua de tomadas (modelo) do estabilizador



Fonte: Próprio autor

O conceito do produto C, considerando o tempo desde o fechamento do contrato até o envio das primeiras propostas ao cliente, foi gerado em três meses. O prazo para conclusão do conceito ainda está em aberto devido ao aguardo do retorno do cliente. Confrontando o prazo definido no planejamento, o tempo de execução da fase conceitual ultrapassou dois meses.

Os dados relativos ao custo de desenvolvimento do conceito até o momento estão compatíveis com o orçado, sendo que ao aumentar os prazos para conclusão do conceito devido às alterações no projeto, por solicitação do cliente, poderá haver um aumento nas horas dedicadas, interferindo nos resultados financeiros do projeto.

4.2.3.2 Análise dos dados

De acordo com as entrevistas, o designer desenvolveu *sketches* para uma concepção inicial das formas para posterior modelagem na plataforma CAD.

Como o Projeto C se refere a um produto de média complexidade, existe uma necessidade de consulta a especialistas de outras áreas de competência para definição de alguns requisitos funcionais que são imprescindíveis para concepção formal do produto. Com base nesse conceito, utilizou-se de recursos metodológicos com base na engenharia simultânea, que valorizam a participação da equipe de engenharia ainda nas fases iniciais do projeto visando redução dos prazos e custos.

O designer desenvolveu vários *sketches* e os disponibilizou para análise da equipe, formada por designers, engenheiros, ferramenteiros, projetista de molde e técnicos projetistas. Foram submetidos 8 esboços à avaliação da equipe, de modo que foram descartados alguns conceitos. Esse processo permitiu uma redução no número de alternativas que muitas vezes pode gerar confusão ao cliente no momento de definir a melhor concepção formal que atenda aos requisitos iniciais do projeto.

Neste processo, já foi possível descartar algumas concepções que não seriam viáveis para fabricação e teriam um custo elevado devido às ferramentas que seriam empregadas na definição do molde e processo de produção. A troca de informações com os profissionais responsáveis pelo detalhamento e produção do ferramental é imprescindível para garantir um resultado conforme requisitos definidos pelo cliente, que visa principalmente ao custo do produto final.

O designer modelou em 3D as propostas de gabinetes do estabilizador no sistema CAD e encaminhou para o cliente. O profissional disponibilizou aproximadamente dez dias para modelar todas as propostas e preparar a apresentação para encaminhá-las ao cliente. Nesta primeira etapa, poderia ter sido utilizada a mesa digitalizadora, mas foi considerado que, para este tipo de produto, a modelagem em 3D oferece ao cliente maior garantia de viabilidade técnica para fabricação do produto.

Após definida a tendência estética aprovada pelo cliente, então, foi dado início ao estudo do leiaute funcional do produto, definindo a distribuição dos componentes no gabinete do estabilizador.

O designer fez a digitalização da régua de tomadas (um dos componentes do sistema) para agregar as informações às modelagens no sistema CAD. O designer considerou que poderia ter feito a modelagem diretamente na plataforma CAD, sem perda de qualidade e precisão. Será feito um protótipo rápido para simular a montagem do produto e verificar detalhes estéticos e funcionais.

Neste processo, foram utilizados os recursos tecnológicos de engenharia reversa, sistema CAD e será executado um protótipo rápido.

4.2.4 Projeto D

As informações do formulário do APÊNDICE C apresentam os dados encontrados durante o desenvolvimento do projeto D o qual se refere a um no-break com compartimento compatível com uma bateria. As informações sobre o processo de desenvolvimento foram adquiridas através da entrevista com os designers que participaram do projeto.

4.2.4.1 Processo de desenvolvimento e dados do projeto D

O escopo do contrato especifica o desenvolvimento (design e engenharia) de um gabinete modular flexível (estabilizador ou módulo isolador) de formato esbelto para a aplicação principal em aparelhos eletrônicos no ambiente doméstico. Este escopo foi alterado para o desenvolvimento de um no-break de uso doméstico. Este produto faz parte do mesmo contrato do projeto C.

As informações dos documentos contratuais (*briefing*, minutas, contrato, plano de trabalho) e de projetos, como modelagens, imagens e fotos do produto, forneceram dados sobre o processo de desenvolvimento do produto.

O plano de trabalho mostra que o projeto D teve início em outubro de 2010. O desenvolvimento do produto está na fase de projeto preliminar.

O projeto D também foi desenvolvido através da análise do *briefing* disponibilizado pelo cliente. Inicialmente foi feito o estudo da função do produto, ou seja, foi feito um estudo volumétrico do produto, no qual foram dispostos internamente todos os subsistemas que compõe um no-break.

O estudo foi totalmente modelado no software CAD *Rhinoceros* e posteriormente exportado para o software *Solidworks*. As alternativas de montagem dos componentes foram desenvolvidas de acordo com os requisitos e restrições do projeto e, seguindo padrões definidos em normas técnicas, aplicados a produtos deste gênero.

A primeira alternativa foi enviada para o cliente, sendo feitas sugestões de alterações. Depois de verificadas pela equipe de projetos, as solicitações foram atendidas de acordo com análise de viabilidade técnica.

Os documentos enviados para os clientes tiveram o objetivo de apresentar os componentes e layout do produto D e, com isso, apresentar também características importantes para outras etapas do desenvolvimento tais como modo de montagem do produto, o seu sistema de fechamento, a usabilidade proposta, bem como suas dimensões gerais e estudo preliminar do processo de manufatura.

Além disso, o objetivo também foi levantar junto ao cliente as modificações pertinentes do layout proposto.

Após a aprovação, foi dado início ao desenvolvimento da forma estética final do produto que atenda a esse layout e as funcionalidades, bem como o desenvolvimento da engenharia do produto (que também serão submetidos a outras aprovações subsequentes).

Segundo relatos dos projetistas envolvidos no processo e experiências vividas com o mesmo cliente em outros projetos, acredita-se que a abordagem adotada evitará re-trabalhos nas etapas posteriores e conseqüentemente será possível desenvolver o produto com maior consistência e eficácia.

Os dados relativos ao custo de desenvolvimento do conceito, até o momento, estão compatíveis com o orçado, sendo que, ao aumentar os prazos para conclusão do conceito, devido às alterações no projeto, por solicitação do cliente, poderá haver um aumento nas horas dedicadas, interferindo nos resultados financeiros do mesmo.

4.2.4.2 Análise dos dados

O projeto D também utilizou de recursos metodológicos com base na engenharia simultânea, que valorizam a participação da equipe de engenharia ainda nas fases iniciais do projeto visando redução dos prazos e custos.

O designer desenvolveu todo conceito funcional do produto em plataforma CAD, sendo feito anteriormente a definição volumétrica do produto de acordo com os componentes internos ao gabinete do no-break.

O Projeto D também se refere a um produto de média complexidade e o designer iniciou o processo de desenvolvimento do conceito através do estudo do leiaute dos componentes internos ao gabinete do no-break. Para algumas definições formais, coletou informações dos engenheiros e projetista de molde.

As concepções estéticas dos três produtos enviados para o cliente foram desenvolvidas seguindo-se o leiaute anteriormente aprovado e acordado.

Na criação dos conceitos, utilizando-se dos recursos disponíveis das ferramentas CAD, procurou-se desenvolver as concepções sempre se respeitando a disposição geométrica relativa entre as peças e da montagem, produzindo conceitos geometricamente viáveis e com viabilidade técnica de fabricação.

Nos conceitos gerados, os produtos contemplam linhas estéticas de design e não linhas de modelagem de engenharia de produto finalizado. Deste modo, foi possível perceber a presença de algumas quinas e cantos sem arredondamentos, que, possivelmente, implicariam na necessidade da adoção de pequenos raios para facilitar sua fabricação, o que, entretanto, não interferiu na apresentação dos conceitos estéticos.

Na descrição dos conceitos, o designer responsável pelo projeto fez algumas considerações referentes à definição formal de acordo com as solicitações do cliente, tais como:

“o volume geral dos conceitos foram elaborados de modo a atender à solicitação de cortes retos na PCI principal. Tal pré-requisito condicionou adoção de curvas de raios não tão grandes, principalmente, na transição das faces anteriores e laterais superiores, o que, caso fosse adotado, aumentaria em muito o volume do produto.”

Para atender à solicitação de um botão acionador único (que também pudesse ser utilizado no estabilizador do projeto C), o designer relata que:

“Foi desenvolvida uma proposta geométrica de um botão (que permite a concordância com a curvatura da face anterior do estabilizador – projeto C.” para não comprometer a face anterior da máscara do no-break (e não torná-la excessivamente curvada conforme a curvatura do estabilizador – projeto C), adotou-se de artifícios de design, produzindo conceitos de máscaras de faces planas, entretanto concordando-se principalmente nas áreas de transição do alojamento específico do componente.”

De acordo com informações do designer, deste modo, o produto terá uma maior interação simbólica com as telas das televisões e dos monitores (que são praticamente “molduras planas”).

Nas laterais dos conceitos, o designer criou elementos simbólicos de modo a agregar o orientador de cabos à simbologia do produto como um todo.

Foram desenvolvidas três opções de conceitos, desde o mais arrojado até ao mais simples e discreto, ficando a cargo da empresa orientar e propor o visual desejado para que seu produto se apresente no mercado.

Será feito um protótipo rápido para simular a montagem do produto e verificar detalhes estéticos e funcionais.

Neste processo, foi utilizado o recurso tecnológico CAD e será executado um protótipo rápido.

O projeto D foi desenvolvido visando à integração das ferramentas com as atividades a partir da criação do sistema de referência e do estudo dos produtos da empresa contratante e concorrentes.

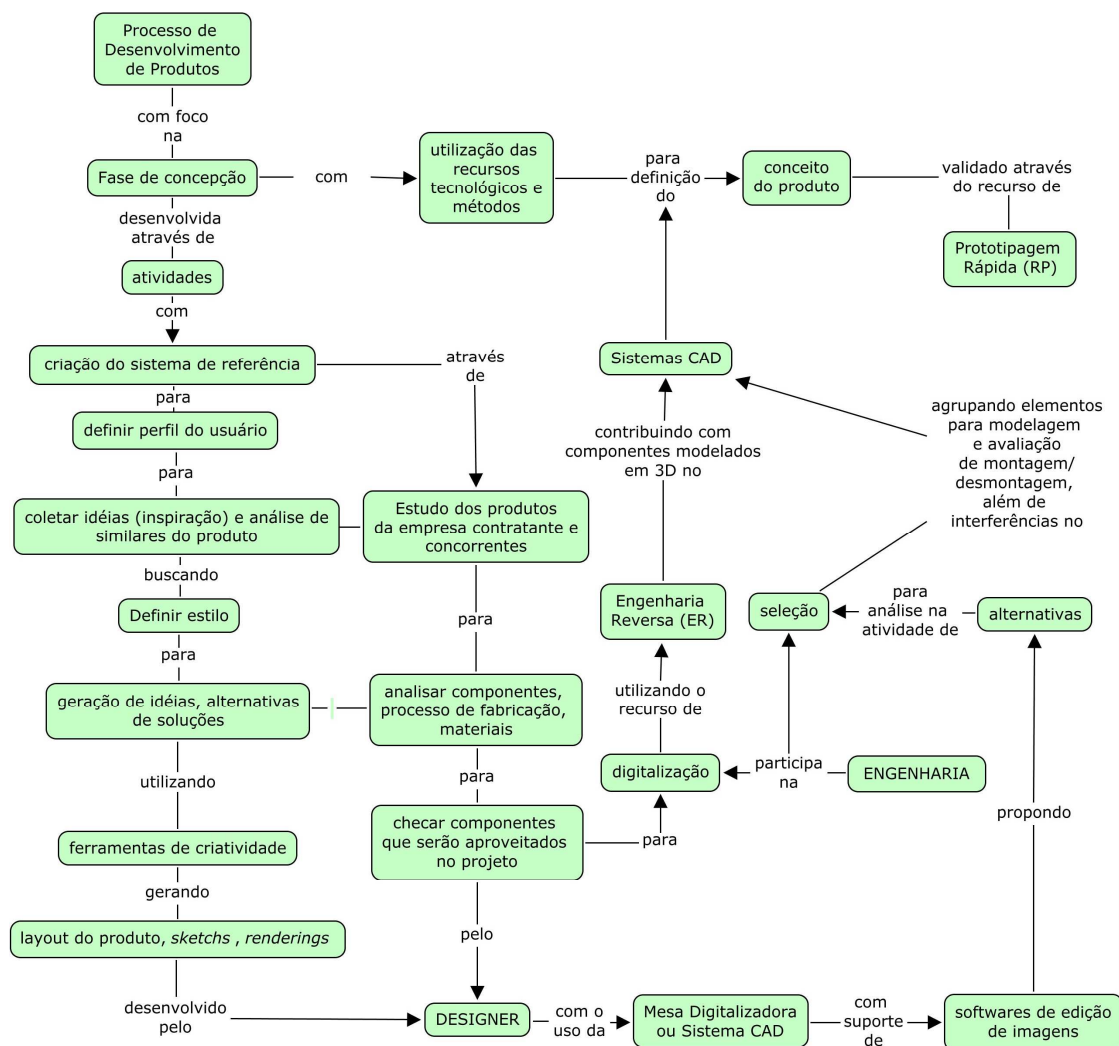
4.3 DISCUSSÃO

Considerando os aspectos metodológicos de desenvolvimento de produtos, os profissionais que participaram do processo do projeto A, B, C e D seguiram caminhos diferentes.

Ao comparar os projetos mais recentes (C e D), enquanto o designer do projeto C iniciou com o conceito estético e posteriormente fez o estudo funcional do sistema estabilizador, com estudo da disposição dos componentes baseado no produto concorrente, o designer do projeto D definiu inicialmente o leiaute funcional do produto com todo aparato interno, com disposição dos componentes no sistema no-break.

Os projetos C e D foram desenvolvidos visando à integração das ferramentas com as atividades a partir do sistema de referência, dando continuidade ao esquema apresentado na Figura 49.

Figura 49 – Esquema da integração das ferramentas tecnológicas à fase de concepção de produtos



Fonte: Próprio autor

Nos projetos estudados, a equipe é formada por aproximadamente 8 profissionais que desenvolvem mais de um projeto simultaneamente.

Um resultado bastante relevante do questionário foi referente ao número de profissionais envolvidos no processo. Os grupos são bastante distintos, sendo uma maior ocorrência para os dois ambientes investigados (escritórios de design e empresas que atuam em todas as fases do PDP), a faixa de 1 a 6 profissionais atuando no desenvolvimento de projetos de produtos. Trata-se de equipes pequenas que desempenham atividades de criação e detalhamento.

Para o número de empresas que atuam em todas as fases de desenvolvimento (64%), 18 responderam e 9 possuem equipes de 3 a 5 profissionais. Em alguns ambientes, ainda ocorre sobreposição de função, ou seja, um mesmo profissional desempenha mais de uma especialidade em todo processo.

Ao realizar o comparativo dos resultados, percebe-se que os profissionais consultados por meio dos questionários e os profissionais entrevistados através do estudo de caso tendem a utilizar os recursos tecnológicos mais comuns nas práticas metodológicas tais como sistemas CAD que são utilizados por 79% dos entrevistados. Dos 24 profissionais que responderam ao questionário, 58% já utilizam ferramentas de Realidade Virtual no PDP. A equipe que desenvolveu o projeto C e D ainda não utiliza esse recurso. A organização deverá avaliar o custo-benefício para aquisição dessa ferramenta, pois poderá reduzir o número de protótipos físicos, o qual é utilizado por 46% dos entrevistados. O recurso de ER é utilizado por apenas 37% das pessoas que responderam ao questionário. Fica evidente que alguns recursos podem ser utilizados para agilizar o processo, mas não são incorporados às práticas de desenvolvimento por algumas empresas.

Quanto ao treinamento para uso dos recursos tecnológicos, 64% dos profissionais confirmaram que foram treinados, mas ainda existem profissionais (24%) que não foram instruídos no uso dos recursos, o que pode interferir no desempenho das atividades devido à pouca exploração das soluções oferecidas pelas ferramentas.

Alguns relatos dos profissionais que participaram da pesquisa, em relação às contribuições do treinamento, referem-se ao ganho na agilidade e maior exploração da ferramenta, com uso adequado do recurso. Conseqüentemente colabora com a redução dos custos.

Quanto às vantagens, os relatos dos entrevistados apresentaram justificativas favoráveis ao uso dos recursos, principalmente, no que diz respeito ao ganho de tempo, redução dos erros e melhor registro de informações com maior controle dos dados de projeto.

Em relação ao uso de ferramentas de criatividade e definição de requisitos de projeto, o item com maior frequência registrado nas respostas do questionário está associado à análise de produtos similares, com 23

ocorrências registradas, seguido de ferramentas de criatividade com 17, *Benchmarking* com 16 e empatados em quarto lugar, catálogos de projetos e DIP. A engenharia simultânea que tem sido bastante defendida pelas grandes empresas desenvolvedoras de produtos (FORCELLINI, 2002) não é muito utilizada no PDP dentro do universo pesquisado. A engenharia simultânea é uma das vertentes do DIP que tem sido explorada pela equipe de profissionais do escritório de projetos em estudo.

Apesar de vários estudos apontarem o QFD e TRIZ como ferramentas que reduzem o risco, facilitam o fluxo de informações e auxiliam na tomada de decisão na execução das atividades de projeto. Muitas empresas não as utilizam, mantendo as práticas mais triviais e de maior facilidade de aplicação.

Esses recursos (QFD e TRIZ) são referenciados pelo autor Rozenfeld et al (2006), definindo as práticas abordadas em sua obra com “foco na tecnologia de fabricação mecânica, voltado para o setor de bens de consumo duráveis, tais como produção de equipamentos, eletrodomésticos, linha branca (geladeira, fogão, lavadora, etc), automóveis, etc”, ou seja, produtos considerados entre média e alta complexidade.

As práticas metodológicas dos projetos A, B, C e D podem ser equiparadas às respostas obtidas pelos questionários, pois também não utilizaram o QFD e TRIZ. Utilizaram com mais frequência a análise de produtos similares por imposição da empresa contratante, utilizando posteriormente as ferramentas de criatividade de analogia e *brainstorming*, assim como *benchmarking* definido também pelo cliente.

Fazendo um comparativo com as respostas dos questionários e as práticas do escritório em estudo, evidencia-se que possuem os mesmos problemas críticos. Foi determinada a mudança de plataforma CAD durante o desenvolvimento do projeto A e não ocorreu o período de treinamento e adequação à nova ferramenta, causando perdas no processo, resultando em prejuízos de tempo e conseqüentemente custos financeiros. O projeto que deveria ter ocorrido em três meses, foi realizado em 10 meses. Os profissionais de outros escritórios de projetos apontam que normalmente é realizado o treinamento antes de aplicar a ferramenta em algum projeto evidenciado na análise da questão 17.

No início do projeto A houve perdas também em relação à comunicação e atendimento ao escopo definido pelo cliente, gerando contratempos na definição do conceito. As ferramentas estavam disponíveis, mas a metodologia de projetos com foco na engenharia simultânea não foi aplicada, pois todo o processo deveria estar integrado para uma concepção adequada ao *briefing*.

Além das concepções iniciais não atenderem adequadamente ao proposto no início do projeto A, ocorreram várias intervenções por parte do cliente que desencadearam retrabalhos para atender às novas solicitações. Ou seja, o cliente não definiu adequadamente o *briefing*.

Esse tipo de problema também é relatado pelos profissionais que responderam à questão 26 do questionário, onde foi obtido um percentual de 90% de afirmações referentes aos retrabalhos, sendo que as causas registradas tendem sempre para os mesmos problemas. Foram vários comentários a respeito de mudança no escopo durante o desenvolvimento dos produtos devido às solicitações dos clientes, erros detectados na modelagem, protótipo físico ou virtual e falta de experiência dos profissionais envolvidos.

Os prazos e custos definidos em contrato para os projetos C e D estão equilibrados. Os dois projetos estão com atraso de 1 a 2 meses do planejado e estão em fase de projeto preliminar. Ou seja, o método proposto neste trabalho proporcionou uma melhor integração dos recursos tecnológicos com as metodologias de projetos em comparação com as práticas dos projetos A e B, pois apesar de terem ultrapassado os prazos, ainda apresenta ganho no tempo de desenvolvimento no escritório de projeto em estudo.

Os projetos C e D tiveram maior controle em relação às trocas de informações com o cliente e seguiram o escopo definido inicialmente, de modo que fosse desenvolvido com base nas práticas da engenharia simultânea.

De acordo com Huthwaite (1992) *apud* Forcellini (2002) um levantamento efetuado junto a empresas americanas, mundialmente reconhecidas como competitivas, incluindo a Xerox, Polaroid, Ford, Hewlett-Packard, Carrier e a GE, a engenharia simultânea está entre as melhores práticas de desenvolvimento do produto, onde é usada equipes multifuncionais para obtenção da integração da função do produto, dos processos de manufatura, aspectos de mercado e outras considerações do ciclo de vida, durante o PDP. Inclui ainda o uso intensivo da computação no desenvolvimento de protótipos e

de métodos e tecnologias de simulação, CAD, modelagem sólida e modelagem de montagem. Além do comprometimento total da empresa por qualidade, custo e prazos de lançamento do produto no mercado (FORCELLINI, 2002).

Outros aspectos técnicos importantes e decisivos (e que constituem o fundamento do desenvolvimento de produtos através dos conceitos propostos pela engenharia simultânea) são a partição das peças do produto (em outras palavras, com quantas peças plásticas, ou com quantos moldes deveriam ser construídos); o dimensional volumétrico competitivo (custo de material competitivo com o produto de referência); custo do material a ser utilizado (que vai depender do volume geométrico proposto para a proposta do conceito).

Em síntese, embora sejam aspectos técnicos de fabricação, norteariam com mais segurança o desenvolvimento de propostas viáveis de design, evitando-se retrabalhos, principalmente por atender adequadamente aos aspectos de montagem e custo das ferramentas de fabricação. O DFMA é uma ferramenta que pode ser utilizada para reduzir as perdas.

Um dos entrevistados fez o seguinte relato em relação ao PDP de alguns escritórios de projetos de produtos:

“Certamente existem empresas que desenvolvem produtos, onde o ponto de partida do desenvolvimento foi um princípio puramente semiótico (uma imagem simbólica desejada para o produto) ou uma característica de operacionalidade desejada; constituindo-se nas empresas conhecidas como as que desenvolvem produtos inovadores, que também arcam com os custos do risco do desenvolvimento na criação de novas tecnologias e adequação do processo de fabricação, que até podem não ter aceitação por parte do público. Para exemplificar, poderíamos citar a Apple que desenvolveu seus inovadores “Tabletes” que não possuem teclas e que possuem uma tela que funcionam inclusive como teclado.”

Entretanto quando o produto é desenvolvido para empresas que não possuem, ou ainda não chegaram ao patamar do risco da inovação, como é o caso do cliente dos projetos A, B, C e D, algumas características aparentemente simples, como a posição de um simples componente (um led em uma posição inadequada, ou o corte chanfrado de uma placa de componentes, por exemplo) não poderia ser inovador nos conceitos desenvolvidos pelos designers, pois levaria a um aumento do custo de fabricação.

Desta maneira, o grande ganho pode ser proporcionado pelo uso das plataformas CAD, para a conceituação e validação de uma proposta de design, principalmente para empresas que se encontram neste patamar de desenvolvimento (como é o caso do cliente dos projetos em estudo).

Nestes casos, quando um conceito é apresentado ao cliente já modelado em um ambiente CAD, além de toda característica simbólica que o cliente observa e que possivelmente aprova, o desenvolvimento em uma realidade virtual já possibilita ao designer um estudo preliminar onde todos os componentes estariam adequadamente dispostos, como seria o seu processo de montagem pelos operários na fábrica, além de detalhes importantes como até mesmo o peso que este produto possuiria (facilitando a análise do custo já na etapa de conceituação do design).

Também poderia ser realizada uma apresentação de um modelo físico desenvolvido através de Prototipagem Rápida. Sem esquecer, também as diversas análises que a equipe de fabricação poderia realizar com a proposta antes mesmo do envio para o cliente, onde já poderiam ser definidas modificações para otimizar a confecção das ferramentas molde, ou pelo menos, fornecer subsídios que esclareceriam detalhes que afetariam no desenvolvimento do produto.

Em síntese, a utilização de uma plataforma CAD, no desenvolvimento já nas etapas iniciais do design, proporcionam o que é conhecido como desenvolvimento de produtos através do processo de engenharia simultânea, certamente mais otimizado que os tradicionais métodos de desenvolvimento.

É conhecido que pode ser muito mais rápido desenvolver apenas com lápis, papel e tinta, ou até mesmo através de plataformas gráficas computacionais 2D, dezenas de conceitos que são apresentados de maneira preliminar em ilustrações artísticas para aprovações, do que poucos apresentados já modelados em um ambiente CAD, mas um *sketch* ou *rendering* só poderá ser considerado realmente validado para desenvolvimento, após várias análises, utilizando-se nesta etapa, de modelagens no sistema CAD e apresentação de modelos físicos em escala e em tamanho real.

Os *sketches* são bastante utilizados no desenvolvimento dos conceitos iniciais dos automóveis, que por sinal já possuem uma plataforma básica validada por muito tempo. Em outras palavras, os carros possuem quatro

rodas, um motor na dianteira ou na traseira, os passageiros permanecem sentados, o sistema de direção está situado em um dos bancos da frente e existe um compartimento de bagagens na frente ou na traseira. O trabalho dos designers constitui-se basicamente em propor uma nova “roupagem estética” a este leiaute. O designer não tem como contrariar os custos de desenvolvimento e o processo de fabricação segundo a tecnologia atual da empresa.

Conforme relato do entrevistado participante do projeto D:

“Desenvolver produtos para o perfil de clientes dos projetos em estudo deixa o designer ciente de que não poderá propor uma estética fabulosa para o seu conceito, se esta estética não for fortemente justificada, principalmente pelos aspectos de custo, e neste caso, o entendimento entre a equipe de desenvolvimento e o cliente deve ser o mais claro e preciso possível na busca pela redução dos tempos de desenvolvimento.”

Cabe ao designer convencer de forma precisa a um cliente que a sua solução é esteticamente apropriada dentro de uma realidade construtiva viável.

Como o processo de desenvolvimento de produtos trata-se de uma atividade fim do escritório de projetos em estudo, e o mesmo dispõe de alguns pontos críticos durante o processo que foram tratados na pesquisa, o estudo tornou-se de grande importância para elevar a capacidade de produção e alcançar melhores resultados nos projetos posteriores à avaliação.

4.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Com base nas respostas do questionário, estudos realizados e resultados da fase conceitual dos projetos, foi possível analisar os métodos utilizados pela equipe de designers e sugerir melhorias no PDP de acordo com o nível de complexidade dos produtos e profissionais envolvidos no processo.

Conforme exposto na fundamentação teórica, os produtos podem ser classificados como de baixa, média e alta complexidade, sendo que os produtos analisados no projeto A, B, C e D estão enquadrados como de média complexidade por apresentarem a necessidade de auxílio de profissionais de outras áreas para a resolução de problemas específicos, estes não incluídos no campo de conhecimento dos designers.

Em um produto de média complexidade é possível definir o sistemas, subsistemas e componentes (SSCs) que fazem parte do produto. Conforme Rozenfeld et al (2006) destaca, o SSCs são elementos, em diferentes níveis hierárquicos, que compõem um determinado produto. O sistema é o item do produto de mais alto grau hierárquico.

Para construção dos cenários foram consideradas três dimensões principais: profissionais envolvidos, recursos e procedimentos (método/atividades).

Considerando as referências teóricas, entrevistas e respostas aos questionários, o Quadro 8 sugere interações das atividades desempenhadas com as características dos produtos e uso dos recursos de acordo com a necessidade de cada projeto.

Posteriormente é sugerido, diante das evidências dos resultados, o que pode ser implementado para melhor utilização dos recursos e redução do tempo de desenvolvimento na fase de concepção de produtos.

Quadro 8 – Interação do designer e equipe, recursos, atividades e nível de complexidade dos produtos na fase conceitual e projeto preliminar

Níveis	Recursos	Profissionais envolvidos	Atividades
Baixa complexidade	Mesa digitalizadora Mockup Sistema CAD Recurso de ER	Designers / Engenheiros – produto, empresa (cliente)	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos • Características estéticas e funcionais • Detalhamento
Média complexidade	Sketches Sistema CAD Recurso de ER Protótipo Rápido Realidade Virtual Sistema PDM	Designers / Engenheiros – produto, ferramental e produção, empresa (cliente)	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos • Características estéticas e funcionais • Projeto Preliminar • Detalhamento
Alta complexidade	Sketches Sistema CAD Recurso de ER Realidade Virtual Sistema PDM	Designers / Engenheiros – produto, ferramental e produção / fornecedores, parceiros.	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos • Características estéticas e funcionais

Fonte: Próprio autor

De acordo com os níveis e tipo de projeto, alguns recursos poderão ser ou não utilizados durante o processo de concepção, desde que o designer

tenha conhecimento já adquirido sobre o uso dos recursos tecnológicos, senão poderão ocorrer atrasos devido ao pouco conhecimento ou utilização inadequada das ferramentas.

A avaliação visa fomentar a participação do designer tanto na geração dos conceitos, definição das características estéticas e funcionais, como no detalhamento durante o desenvolvimento dos produtos considerados de baixa complexidade. A engenharia teria participação na disponibilização da nuvem de pontos gerada através do recurso de engenharia reversa e no direcionamento do processo de produção, com definição de materiais de acordo com a função a ser desempenhada pelo produto, estruturas e ferramental para fabricação.

Para os produtos de média complexidade, a sugestão é que o designer possa interagir com todos os profissionais envolvidos no PDP, inclusive com a empresa contratante para construção dos requisitos do projeto. O designer terá participação ativa até a fase do projeto preliminar e nas etapas seguintes poderá atuar como consultor apenas para pequenas intervenções formais no projeto do produto. As concepções poderão ser validadas através de protótipos físicos ou realidade virtual. Isso dependerá das dimensões finais que o produto possuir.

Todo o processo ocorre de forma simultânea, com a participação dos profissionais engenheiros e clientes desde o início do projeto. Neste caso a engenharia também será responsável pela digitalização, quando necessário, de partes do produto ou de produto concorrente para análise de *benchmarking*.

Em relação aos produtos de alta complexidade, sugere-se a geração de alternativas através de *sketchs*, *renderings* manuais para apresentação das concepções aos clientes internos e externos. O processo de engenharia reversa deverá fornecer ao designer dados geométricos importantes para a produção final do produto, de modo que as concepções sejam viáveis tecnicamente.

Em produtos de alta complexidade, os designers estarão envolvidos totalmente na geração de alternativas para definição de características estética e funcional do produto. As demais fases serão definidas pelos profissionais responsáveis pela engenharia de produto e produção.

As concepções poderão ser avaliadas através dos recursos de realidade virtual, contemplando todas as disciplinas envolvidas no projeto, dando uma

garantia maior do atendimento à funcionalidade do produto ao cliente, simulando situações reais em um ambiente virtual. Para tanto, será preciso que os profissionais dominem efetivamente a utilização do recurso, pois o emprego da ferramenta não é garantia de eficiência funcional se não for utilizado e programado adequadamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais do trabalho de pesquisa feito, nas quais é sintetizada uma série de reflexões sobre a metodologia usada, sobre os achados e resultados obtidos e sobre outros aspectos da pesquisa que são importantes para validar o trabalho.

Esse trabalho teve com objetivo avaliar a utilização dos recursos tecnológicos na fase de concepção de projetos de produtos, apresentando a integração das atividades do designer e equipe de engenharia, buscando otimizar o processo de desenvolvimento.

5.1 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados respondem às questões formuladas inicialmente, pois foram apresentados os recursos tecnológicos que podem ser utilizados na fase de concepção de projetos de produtos para reduzir tempo do ciclo de desenvolvimento, melhorando a qualidade do projeto e facilitando a integração com etapas posteriores. Além das considerações referentes à integração das atividades de design e engenharia e como a utilização de recursos tecnológicos coopera com essa integração, reduzindo tempo e custo sem afetar a qualidade dos projetos.

Analisando o emprego de metodologias de projeto em ambientes industriais, deve-se levar em conta as características das empresas, assim como as melhores práticas do grupo/equipe. Deve ser estratégia da empresa compreender a atuação do designer de forma integrada com a engenharia de produto de forma a ampliar a possibilidade de novos negócios.

Neste processo de integração é importante que seja definida a interface/competência do design do produto e da engenharia do produto de forma a não haver conflitos, principalmente na definição dos recursos a serem utilizados no projeto. Caso esta precaução não seja tomada, pode ocorrer a sobreposição de competências e retrabalhos, trazendo dificuldades para o gerente de projetos.

Outro ponto que merece destaque nos resultados apresentados pela resposta dos questionários refere-se à capacitação dos recursos humanos.

Neste sentido, a equipe de projeto deve ter conhecimento multidisciplinar, isto é, a equipe de design de produto e engenharia de produto deve ter um conhecimento mínimo sobre os processos de manufatura, material e ferramental, além do produto para auxiliar a integração dos processos.

Após avaliação do PDP dos projetos apresentados foi possível chegar a resultados que evidenciaram como as funções das ferramentas tecnológicas estão sendo exploradas na execução das atividades, e como a equipe de projetos está dominando os recursos disponíveis, com o uso correto e coerente dentro do planejamento do projeto.

A pesquisa permitiu avaliar como os recursos tecnológicos contribuem para a redução do tempo do ciclo de desenvolvimento, melhorando a qualidade do projeto e facilitando a integração com etapas posteriores, mesmo que os projetos sofram intervenções por parte do cliente e mudanças de escopo no decorrer do processo.

Ao avaliar o processo de desenvolvimento do projeto conceitual dos produtos A, B, C e D, pode-se determinar alguns pontos relevantes do trabalho apresentado e algumas sugestões de melhorias a serem implementadas, considerando as três dimensões principais referidas no estudo: profissionais, ferramentas e procedimentos. Os pontos relevantes são:

- a sistematização do uso dos recursos;
- a participação do designer em todo processo de desenvolvimento;
- maior exploração dos conceitos da engenharia simultânea no escritório de projeto em estudo;
- a integração do uso dos recursos tecnológicos com as atividades do projeto conceitual e preliminar;
- o ganho relativo a prazos e custo do projeto com a redução de retrabalhos;
- a necessidade de treinamento prévio nas ferramentas de desenvolvimento de produtos.
- a integração com etapas posteriores à fase conceitual.

Diante dos resultados alcançados, é possível sugerir alguns pontos a serem melhorados nas atividades desenvolvidas pelos profissionais, os quais se referem a:

- maior exploração dos recursos tecnológicos disponíveis no mercado;
- análise do custo-benefício na aquisição dos recursos e aplicabilidade; e
- a implementação de ferramentas, como QFD e TRIZ, quando pertinente;

De acordo com os estudos fica evidente que para o bom desempenho dos projetos, é necessário evitar que os requisitos do projeto sejam distorcidos, devendo haver controle sobre todos os dados. Os cronogramas e orçamentos devem ser respeitados, além do progresso do projeto ser medido em relação aos prazos e custo relacionados. As atividades de engenharia precisam ser padronizadas e consistentes de acordo com o tipo do produto.

Ainda é importante que as equipes sejam treinadas nas novas tecnologias e coordenados por um gerente de projeto.

Tomando todas essas ações é possível reduzir os defeitos no produto final e atender às necessidades dos clientes e usuários dos produtos satisfatoriamente.

5.2 CONTRIBUIÇÕES

O presente trabalho trouxe uma reflexão sobre procedimentos adotados por escritórios de projetos de produtos que podem ser melhorados através de um maior controle sobre o uso de recursos tecnológicos e atividades desempenhadas durante o processo de desenvolvimento.

A pesquisa fornece dados específicos sobre a fase conceitual e expande as intervenções do designer no projeto preliminar devido às características dos projetos estudados. Com isso o trabalho buscou contribuir com o gerenciamento do processo de projeto conceitual e projeto preliminar e de que forma os profissionais podem interagir nas atividades desenvolvidas durante o projeto para evitar retrabalhos em fases posteriores.

A pesquisa também apresenta a importância do uso de recursos tecnológicos integrados às atividades de criação, pois mesmo que os projetos sofram intervenções por parte do cliente e ocorram mudanças de escopo no decorrer do processo, os retrabalhos demandam menos esforços da equipe, desde que a mesma tenha intimidade com o uso dos recursos.

Para tanto, é necessário investimento na atualização tecnológica e treinamento da equipe para o uso dos recursos, de modo que as atividades

possam ser desenvolvidas adequadamente, buscando o cumprimento dos prazos definidos em contrato e redução dos erros de projeto.

As pesquisas de fundamentação teórica apontam as melhores práticas, sendo que deve ser avaliada a estrutura organizacional da instituição para adequá-las à realidade de cada empresa. De acordo com o nível de complexidade dos produtos desenvolvidos pelos escritórios, é possível definir a aquisição de novas ferramentas tecnológicas e implementação das metodologias de projetos com o intuito de agregar maior valor aos produtos e atender as expectativas dos clientes.

A integração das metodologias de projetos com o uso dos recursos tecnológicos na fase de concepção de produtos permite agilidade no PDP e garantia de qualidade para atender as necessidades dos clientes internos e externos, evidenciado pelos resultados das pesquisas e experiências vividas por equipes de projetos.

5.3 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA

Como atividades futuras de pesquisa sugere-se a aplicação de melhoria no processo e análise dos pontos críticos em outros escritórios de projetos de produtos de modo a obter dados suficientes para propor uma sistemática que permita o uso racional de recursos tecnológicos na fase de concepção de produtos.

Um estudo mais aprofundado da aplicação das ferramentas em projetos típicos enquadrados nos três níveis de complexidade também pode ser sugerido como tema para trabalhos futuros, criando uma sistemática mais ampla para o uso racional de recursos tecnológicos na fase de concepção e etapas posteriores.

Outro tema sugerido é a criação de um sistema de controle de dados do desempenho alcançado através do emprego de tecnologias no desenvolvimento de produtos industriais, abordando os fatores críticos que podem comprometer o PDP.

REFERÊNCIAS

ANASTASSOVA, Margarita; BURKHARDT, Jean-Marie. Automotive technicians' Training as a community-of-practice: Implications for the design of an augmented reality teaching aid. **Applied Ergonomics** v. 40, Elsevier, 2009. p. 713-721.

ÂNGELO, Fernanda. **Mesas digitalizadoras simplificam trabalhos de criação e edição**. IFD Comunicação, 2007. Disponível em: <<http://www.ifd.com.br/blog/ifdshop/mesas-digitalizadoras-simplificam-trabalhos-de-criacao-e-edicao/>>. Acesso em: 10/05/2011.

ARANDA, M.H.; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. Aplicação do projeto de experimentos para otimização de uma inovação tecnológica. **Revista Gestão Industrial**, UTFPR, v. 04, n. 02: p. 116-132, 2008.

BACK, N. **Metodologia de projeto**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 1983.

BACK, N. et. al. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008. 601 p.

BARBALHO, Sanderson C.M. **Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: proposta e aplicações**. 2006. Tese (doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos/SP, 2006.

BARBIERI, L., et al; Innovative integration techniques between Virtual Reality systems and CAx tools. **Int J Adv Manuf Technol**. 38: p. 1085 – 1097, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgar Blucher, 1998. 260p.

BEAL, Valter E. **Fabricação de Gradientes Funcionais entre Aço Ferramenta e Cobre por Fusão Seletiva a Laser usando um Feixe de Laser Pulsado Nd: Yag de Alta Potência para Aplicações em Moldes de Injeção**. 2005. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2005.

BERTONCELLO, I; GOMES, L. V. N. Análise diacrônica e sincrônica da cadeira de rodas mecanomanual. **Revista Produção**. v.12, n. 1, p.72-82. 2002.

CAPUANO, Enedina A. Pelaez; CARVALHO, Marly M.. **Prototipagem Rápida: a escolha da tecnologia PR mais adequada à estratégia para o desenvolvimento de produtos**. ENEGEP: São Paulo, 2000.

CASTAGINI, Andrea da S.; BALVEDI, Fabiane. **Ilustração digital e animação**. Curitiba : SEED ., 2010. 52 p. (Cadernos temáticos).

CLARKSON, Mark. A nova Face do Controle de Processos. **BYTE Brasil**, São Paulo, v.. 3, n. 11, p. 89-93, 1994.

EXPERTCAM. **NX: Shape Studio**. Disponível em: <http://www.expertcam.gr/home_gr.html>. Acesso em: 08/06/2011).

FERREIRA, Cristiano V. **Metodologia de projetos de produtos**. Salvador: SENAI DR BA, 2004. 53p.

FERREIRA, Cristiano V; FORCELLINI, **Teoria da Solução de Problemas Inventivos**. Universidade Federal de Santa Catarina. Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos, 2000.

FERREIRA, Michele. **Aplicação de Fotogrametria em Medição e Inspeção de Peças Fundidas**. In: 4 Seminário Robtec: Electro Aço Altona, 2005.

FORCELLINI, Fernando A. **Projeto Conceitual**. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico, 2003. (Apostila)

FORCELLINI, Fernando A. **O Processo de Projeto**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. (Apostila). Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disciplinas/ProjetoDeProduto1/>. Acesso em: 15/06/2011.

GRAPHO Software. **Rhinoceros Descrição**. 2011. Disponível em: <<http://www.grapho.com.br/site/334/rhinoceros>> Acesso em: 15/06/2011.

GIRARDI, Levi. **Prototipagem Rápida e Rapid Tooling como Ferramenta para Design de Produtos**. In: 4 Seminário Robtec: Questto Design. 2005

GUERRERO, V. **Análise do gerenciamento de informação em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto**. 2001. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

HEDBERG, Sara Reese. O projeto de uma Vida. **BYTE Brasil**, São Paulo, v. 3, n. 11, p. 84-88, 1994.

HESKETT, J. Integrating design into industry. **Design Processes Newsletter**, Chicago, v. 3, nº 2, p. 1/6,1989.

HUBKA, V.; EDER, E.W. **Design Science: Introduction to needs, scope and organization of engineering design knowledge**. 2. ed. Londres: Springer-Verlag. 1996.

IFD Comunicação. **Saiba tudo sobre mesa digitalizadora**, 2006. Disponível em: <<http://www.ifd.com.br/blog/ifdshop/saiba-tudo-sobre-mesa-digitalizadora/>>. Acesso em: 10/05/2011

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 821 p.

KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; PLATCHECK, Elizabeth R.; CÂNDIDO, Luiz H. A. **Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais**,

incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign.
Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas//507_analogia.pdf>. Acesso em: 09/06/2011.

KOALA PAD. 2009. Disponível em:
http://www.knowledgerush.com/kr/encyclopedia/Koala_Pad/. Acesso em:
03/02/2011.

LEAKE, James M., BORGERSON, Jacob L. **Engineering Design Graphics: Sketching, Modeling, and Visualization**. John Wiley & Sons, Inc. 2008. 322p.

LIMA, C. B. **Engenharia Reversa e Prototipagem Rápida: Estudos de Casos**. 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Administração de projetos: como transformar idéias em resultados**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 347p.

MELLO, C. H. P., SILVA, C. E. S. e COSTA, S. C. **Comparação de três diferentes tecnologias de prototipagem rápida em relação a critérios de custo e tempo**. XXVI ENEGEP, 2006.

MENEZES, Luís César de Moura. **Gestão de Projetos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 242p.

MONDEM, Y. **Sistemas de redução de custos: custo alvo e custo kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

NOGUEIRA, T. B. R.; LEPIKSON, H. A. **Um método de engenharia reversa para projeto de produto mecatrônico aplicado à pequena e média empresa**. In: XXVI ENEGEP - Engenharia de Produção, Universidade Federal da Bahia, Ceará, 2006.

OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetado**. 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

OPRIME, Pedro Carlos, GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre e TOLEDO, José Carlos de. Análise da relação entre eficiência da produção, complexidade do produto e mercado de destino: estudo de caso de uma empresa multinacional exportadora de bens de capital. **GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. UNESP – Ano 4, nº 1, Jan-Mar/2009, p. 11-21

PADILHA, Ana C. M. et. al. **A gestão de design na concepção de novos produtos: uma ferramenta de Integração do processo de gestão e inovação**. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 3, n. 3, p. 346-360, set./dez. 2010

PAHL, G ; BEITZ, W. **Engineering design : a Systematic Approach**. Berlim: Springer Verlag. 1996.

PCMAG. Tablet Timeline - 1965: RAND tablet (also called Grafacon).

Disponível em:

http://www.pcmag.com/slideshow_viewer/0,3253,l%253D25552%2526a%253D25552%2526po%253D1,00.asp?p=n. Acesso em: 03/02/2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK**. 3. Ed.. Pennsylvania: PMI Publications, 2004

ROMEIRO FILHO, Eduardo, coord; FERREIRA, Cristiano Vasconcellos. **Projeto do produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 376 p.

ROZENFELD, Henrique et. al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.

SANTOS, Neymar L. ; PINA, S. A. M. ; FERREIRA, C. V. . **Processo Integrado de Desenvolvimento de Estojo para Lente de Contato - Da concepção do produto à manufatura do molde**. In: 6 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Paulo, 2004.

SILVA, Sérgio L., ROZENFELD, H. Modelo de avaliação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação em um estudo de caso. **Revista Produção**, V. 13, Nº 2, p. 6-20, 2003.

SOARES, Marcelo Márcio. **Design Participativo: uma experiência em Design Centrado no Usuário**. Artigo. In: 4º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Pesquisa & Desenvolvimento, Novo Hamburgo, 2000.

SOLIDWORKS 2011. **Edrawings Viewer**. Disponível em:

<http://www.solidworks.com/sw/products/free-cad-software-downloads.htm>.

Acesso em: 07/06/2011.

TERREO, Maurício. **O uso de protótipos virtuais na validação de projetos mecânicos complexos: um estudo de caso no setor automobilístico**. 2007. São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

TOLEDO, Rodrigo. **Realidade Virtual**. Apresentação bacharelado de informática. PUC-RIO. 2007. Disponível em: <www.tecgraf.puc-rio.br/~rtoledo/teaching/cg1/ICG_HRV.ppt>. Acesso em: 10/12/2010..

TOVEY, M., PORTER, S e NEWMAN, R. *Sketching, concept development and automotive design*. Design Studies 24, Elsevier, 2003 p.135–153.

ULLMAN, D.G. **The mechanical design process**. Mc-Graw Hill. 1997. (Mechanical Technology Series).

URBANO, Leandro. Tablete gráfico, qual a função dessa ferramenta dentro do design gráfico. **Revista + Design**. São Paulo: SENAC-SP, 2010, p.24-25. (Disponível em: <http://issuu.com/rolima/docs/revista_design_vers_o_1.2s> Acesso em: 03/02/2011)

VALERIANO, Dalton. **Gerenciamento Estratégico e Administração por Projetos**. São Paulo. Makron. 2000. 295 p.

VALERIO NETTO, A. Realidade Virtual e Suas Aplicações Na Área De Manufatura, Treinamento, Simulação e Desenvolvimento De Produto. In: **Gestão & Produção**. V.5, N.2, p. 104-116, ago. 1998.

VALOR ONLINE. Realidade virtual muda rotina na fábrica da Volkswagen. 2008. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/noticia/imprimir/3738>>.

VOLPATO, Neri (Ed.). **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

WACOM, 2011. Disponível em: <http://www.wacom.com/en/Products/Cintiq/Cintiq21UX.aspx>. Acesso em: 03/02/2011.

YIN, Robert.. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. São Paulo: Bookman, 2005.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO / ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

Questionário / Entrevista semi-estruturada

Essa pesquisa integra parte do estudo da dissertação cujo tema é Processo de desenvolvimento de produtos industriais utilizando recursos tecnológicos na etapa de concepção, que será apresentada ao Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial (ITA/UFBA/Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC). O objetivo é coletar dados sobre as experiências e resultados alcançados por equipes de desenvolvimento de produtos de escritórios de projeto. Envolve critérios de custo, tempo e qualidade com base na utilização de recursos tecnológicos aliados às metodologias de desenvolvimento de produto.

Agradecimentos antecipados pela sua colaboração.

Suzana Mascarenhas Pina

<http://lattes.cnpq.br/5943818446517010>

1. Qual sua formação acadêmica? *

2. Há quanto tempo você trabalha no desenvolvimento de produtos? *

- Menos de um ano
- 1 a 5 anos
- 6 a 10 anos
- Mais de 10 anos

3. O planejamento de atividades é uma prática adotada onde você trabalha? *

- sim
- não

4. O local onde trabalha é um: *

- Escritório de design
- Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos
- Outros: _____

5. Quais procedimentos e/ou atividades antecedem a execução do projeto? *

- Levantamento de stakeholders
- Pesquisa de marketing
- Pesquisa de similares
- Estudo de viabilidade técnica
- Estudo de viabilidade econômica
- Plano de trabalho

Outros: _____

6. A estruturação das atividades na forma de processos de negócio melhora o desempenho da empresa? *

sim

não

7. Os prazos para execução das atividades de projetos são atendidos? *

sempre

raramente

Nunca

De vez em quando

8. Na sua opinião o que compromete a entrega no prazo? *

Formação de equipes

Recursos tecnológicos pouco explorados

Pouca capacitação da equipe

Falta de experiência em determinada área

Outros:

9. Quantas pessoas participam do processo? *

10. Relacione a função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase: *

--

11. Quantos produtos são desenvolvidos simultaneamente? *

2

3

4

5 ou mais

12. Quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual? *

3

5

7

9 ou mais

13. Qual a porcentagem (%) de concepções desenvolvidas pela equipe atenderam as especificações iniciais do cliente? *

- menos de 25%
- 25%
- 50%
- 75%
- acima de 75%

14. Quais procedimentos são utilizados para a concepção dos produtos? Métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados? *

- Análise de produtos similares
- Análise do ciclo de vida
- Benchmarking
- Brainstorming, Sinergia, etc
- Catálogos de Projetos
- Desenvolvimento Integrado de Produtos
- Engenharia Simultânea
- Estrutura de funções
- Matriz de decisão
- Matriz Morfológica
- TRIZ - Teoria da Solução Inventiva de Problemas
- QFD - Desdobramento da Função Qualidade
- Outros: _____

15. Quais Recursos Tecnológicos utiliza na fase de concepção de produtos? *

- Prototipagem rápida
- Realidade Virtual
- Sistema CAD
- Engenharia Reversa
- Outros: _____

16. Há quanto tempo utiliza essas tecnologias? *

- 1 ano
- 2 a 4 anos
- 5 a 10 anos
- mais de 10 anos

17. Houve treinamento para utilização dos recursos tecnológicos nas atividades de desenvolvimento? *

- sim
- não
- Outros:

18. Quais as contribuições do treinamento? (se afirmativa a questão 17)

19. Foram encontradas dificuldades na adaptação? (se afirmativa a questão 17)

20. Em sua opinião, existem vantagens na utilização dos recursos? Se positivo, quais?

21. O tempo de desenvolvimento é reduzido com a utilização dos recursos? *

- Sim
- Não

22. Qual o ganho de tempo no desenvolvimento com a utilização dos recursos? (se afirmativa a questão 21)

- menos de 25%
- 25%
- 50%
- 75%
- mais de 75%

23. A utilização dos recursos aprimora a qualidade do produto final? *

- Sim
- Não

24. Quanto tempo dedica diariamente ao desenvolvimento de um determinado produto? *

25. O custo orçado está compatível com o custo real do trabalho? *

- Sim
- Não
- Outro:

26. Existem retrabalhos no processo de projeto? Se positivo, quais as causas? *

27. Como é feita a troca de informações entre equipes envolvidas no projeto do produto? *

- e-mail
- telefone
- videoconferência
- skype* ou *netmeeting*
- sistema dedicado a colaboração de projeto, tal como PDM
- reuniões presenciais
- Outros: _____

28. Como é feita a troca de informações entre cliente e equipe de projeto? *

- e-mail
- correio
- telefone
- videoconferência
- skype* ou *netmeeting*
- sistema dedicado a colaboração de projeto, tal como PDM
- reuniões presenciais
- Outros: _____

29. Como está a satisfação dos clientes internos e externos com relação aos resultados alcançados? *

Questões - Entrevista semi-estruturada

1. Dois projetos do período de 2008 e 2009
2. Descreva o processo de desenvolvimento do produto - Nobreak 1 bateria – projeto A
3. Descreva o processo de desenvolvimento do produto - No break 2 baterias – projeto B
4. Dois projetos do período de 2010 e 2011
5. Acompanhamento do processo de desenvolvimento do produto – projeto C
6. Acompanhamento do processo de desenvolvimento do produto – projeto D

APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

1. Qual sua formação acadêmica?	2. Há quanto tempo você trabalha no desenvolvimento de produtos?	3. O planejamento de atividades é uma prática adotada onde você trabalha?	4. O local onde trabalha é um:	5. Quais procedimentos e/ou atividades antecedem a execução do projeto?	6. A estruturação das atividades na forma de processos de negócio melhora o desempenho da empresa?	7. Os prazos para execução das atividades de projetos são atendidos?	8. Na sua opinião o que compromete a entrega no prazo?	9. Quantas pessoas participam do processo?	10. Relacione a função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase:
Designer de produto (pós-graduado)	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Plano de trabalho, impacto ambiental, ergonomia.	não	sempre	Análise do problema a ser resolvido e teimosia do cliente	5	Designer de produto para o design de produto tem capacitação para resolver todas as etapas referentes ao projeto. Outras necessidades, como vídeo, design gráfico, marketing, etc. são transferidas para as pessoas competentes.
Engenheiro	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de marketing	sim	De vez em quando	Formação de equipes	~ 700	No desenvolvimento de produtos o trabalho multidisciplinar é de fundamental importância para o sucesso do projeto(s). Desta forma temos diversas áreas trabalhando em um mesmo foco (produto). Cada profissional tem um papel importante no sucesso do projet
designer industrial	6 a 10 anos	sim	Escritório de design	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	fornecedores	depende do projeto	definição de conceito: 1 <input type="checkbox"/> pesquisa de mercado: 1 <input type="checkbox"/> modelagem: 1 <input type="checkbox"/> mockup: variável <input type="checkbox"/> engenharia de produto: variável
Desenho Industrial	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de similares, Plano de trabalho, Análise dos requisitos do cliente	sim	De vez em quando	Recursos tecnológicos pouco explorados	3	Pré desenvolvimento e definição de requisitos - 10 pessoas <input type="checkbox"/> Definição de conceito - 4 <input type="checkbox"/> Engenharia - 4 <input type="checkbox"/> Projeto detalhado - 2 <input type="checkbox"/> Planejamento da produção - 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Design Industrial, Habilitação Produto	1 a 5 anos	sim	Escritório de design	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	sempre	Pouca capacitação da equipe, Falta de experiência em determinada área, Mudança de Escopo	15	Em 1 projeto: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Planejamento estratégico: 3 <input type="checkbox"/> Conceituação do Produto: 5 - 10 <input type="checkbox"/> Detalhamento e Adequação para Produção: 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Equipes intercambiáveis
Superior em Design e Administração	1 a 5 anos	sim	Escritório de design	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	Imprevisibilidade em algumas etapas como modelagem CAD	variável, depende da estrutura do projeto e da complexidade deste	Vou tomar como base um projeto bastante completo que esta acontecendo agora, mas este projeto tem uma complexidade que é totalmente diferente de outros aqui da empresa, e que sendo assim, demanda um número de pessoas envolvidas totalmente diferente. Ainda

1. Qual sua formação acadêmica?	2. Há quanto tempo você trabalha no desenvolvimento de produtos?	3. O planejamento de atividades é uma prática adotada onde você trabalha?	4. O local onde trabalha é um:	5. Quais procedimentos e/ou atividades antecedem a execução do projeto?	6. A estruturação das atividades na forma de processos de negócio melhora o desempenho da empresa?	7. Os prazos para execução das atividades de projetos são atendidos?	8. Na sua opinião o que compromete a entrega no prazo?	9. Quantas pessoas participam do processo?	10. Relacione a função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase:
Pós graduado Design de Produto	Mais de 10 anos	sim	Escritório de design	Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho, Impacto ambiental	sim	De vez em quando	Formação de equipes, Cliente	1 - 6	Toda a parte do design de produto é feita por uma só pessoa. Outras áreas como vídeo ou Marketing, pedem outras pessoas externas.
Design de Produto, Cirurgião Dentista	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	raramente	Formação de equipes	Aproximadamente 8 pessoas	Pesquisa de mercado: 2 Definição do conceito: 2 Engenharia do Produto: 2 Engenharia de Fabricação: 6
DESIGN	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de marketing, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	Formação de equipes, Recursos tecnológicos pouco explorados	5	CONCEITO: 3 ENGENHARIA/DESENVOLVIMENTO: 2 PESQUISA: 1
Engenheiro mecânico	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de similares	sim	raramente	Formação de equipes, mercado com pequenos prazos	13	Definição de conceito: 4 engenheiros e um especialista, contudo cada um toca um projeto. Detalhamento: 5 desenhistas + 2 projetistas
bach. em Desenho Industrial (Especialista)	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de similares, Plano de trabalho, Análise da Marca / Leitura de Posicionamento da Marca e Produtos	sim	De vez em quando	Formação de equipes, Recursos tecnológicos pouco explorados, Equipe com muitas atividades em paralelo (planejamento)	5	Definição de conceito - 1 Engenharia - 5 Pesq. mercado - 0
Doutor em Engenharia Mecânica	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	Formação de equipes, Recursos tecnológicos pouco explorados, Pouca capacitação da equipe, Falta de experiência em determinada área	15	Definição do conceito - 03 Engenharia do produto - 05 Engenharia de processo - 02 Fabricação - 05

1. Qual sua formação acadêmica?	2. Há quanto tempo você trabalha no desenvolvimento de produtos?	3. O planejamento de atividades é uma prática adotada onde você trabalha?	4. O local onde trabalha é um:	5. Quais procedimentos e/ou atividades antecedem a execução do projeto?	6. A estruturação das atividades na forma de processos de negócio melhora o desempenho da empresa?	7. Os prazos para execução das atividades de projetos são atendidos?	8. Na sua opinião o que compromete a entrega no prazo?	9. Quantas pessoas participam do processo?	10. Relacione a função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase:
desenho industrial	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	falta de planejamento das equipes	5	é necessário analisar os dados externos da empresa, as pesquisas sobre macro tendências, e as capacidades de produção da empresa, conciliar novos produtos e oportunidades de serviço com base no que a empresa pode operacionalizar
Desenhista Industrial	1 a 5 anos	não	Operação Industrial	Estudo de viabilidade técnica	sim	sempre	Recursos tecnológicos pouco explorados, Pouca capacitação da equipe	2	Desenhista: 01, Téc. em Mecânica 01
Desenho Industrial - Projeto de Produto	1 a 5 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica	sim	sempre	Recursos tecnológicos pouco explorados, Falta de experiência em determinada área	7	Definição de conceito - 04 Engenharia de produto - 03 Pesquisa de mercado - 03 Viabilidade técnica - 07 Viabilidade econômica - 03
Engenheiro - mestrando	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica	sim	De vez em quando	Formação de equipes, Recursos tecnológicos pouco explorados, Pouca capacitação da equipe, Falta de experiência em determinada área	1000	TRabalhamos em todas as etapas, do informacional à homologação. Varia a quantidade de pessoas envolvidas conforme complexidade e escopo do projeto.
Superior em Design de Produto	Mais de 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica	sim	sempre	Recursos tecnológicos pouco explorados	20	- Desenvolvimento; - Estudo das viabilidades; - Melhorias; - Inovações; - Pesquisas; - Prototipagem; - Estudo de caso (cases) e comparativo
Designer	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	Burocracia	Depende muito do projeto, mas as equipes costumam ser grandes	As equipes são grandes, não tem como definir.

1. Qual sua formação acadêmica?	2. Há quanto tempo você trabalha no desenvolvimento de produtos?	3. O planejamento de atividades é uma prática adotada onde você trabalha?	4. O local onde trabalha é um:	5. Quais procedimentos e/ou atividades antecedem a execução do projeto?	6. A estruturação das atividades na forma de processos de negócio melhora o desempenho da empresa?	7. Os prazos para execução das atividades de projetos são atendidos?	8. Na sua opinião o que compromete a entrega no prazo?	9. Quantas pessoas participam do processo?	10. Relacione a função (definição de conceito, engenharia de produto, pesquisa de mercado, etc) e quantidade de pessoas que participam de cada fase:
Design de Produto	6 a 10 anos	sim	Escritório de design	Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Plano de trabalho	sim	sempre	Falta de experiência em determinada área	4	Análise de viabilidade técnica - 1 pessoa <input type="checkbox"/> Pesquisa de Similares - 1 pessoa <input type="checkbox"/> Plano de trabalho e Definição de conceito - 4 pessoas ou todos os envolvidos <input type="checkbox"/> Modelagem - De 1 a 4 pessoas <input type="checkbox"/> Iluminação e aplicação de materiais - De 1 a 4 pessoas <input type="checkbox"/> Finalização e
Pós-graduação	1 a 5 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica	sim	sempre	Recursos tecnológicos pouco explorados	2	Definição de conceito: 1 <input type="checkbox"/> Engenharia de produto: 2 <input type="checkbox"/> Pesquisa de mercado: 2
Desenhista Industrial	Mais de 10 anos	não	Escritório de design	Estudo de viabilidade técnica	sim	De vez em quando	Formação de equipes	2	Conceito: 1 pessoa <input type="checkbox"/> Eng. Prod.: 2 pessoas <input type="checkbox"/> Pesq. de Merc.: 1 pessoa <input type="checkbox"/>
Arquitetura e Urbanismo	1 a 5 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	indecisão do cliente	3 pessoas	definição de conceito: 3 pessoas <input type="checkbox"/> engenharia de produto: 1 pessoa <input type="checkbox"/> pesquisa de mercado: 2 pessoas
Especialização completa	6 a 10 anos	sim	Empresa que atua em todas as fases de desenvolvimento de produtos	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica, Plano de trabalho	sim	De vez em quando	Recursos tecnológicos pouco explorados, Falta de experiência em determinada área	10	Definição do conceito - 5 a 10 <input type="checkbox"/> Engenharia do produto - 2 a 5 <input type="checkbox"/> Pesquisa de mercado - 1 a 3
Designer	6 a 10 anos	sim	Consultoria	Levantamento de stakeholders, Pesquisa de marketing, Pesquisa de similares, Estudo de viabilidade técnica, Estudo de viabilidade econômica	sim	De vez em quando	Formação de equipes	4	Definição do Conceito - Marketing / Designer (2) <input type="checkbox"/> Configuração do Produto - Designer (1) <input type="checkbox"/> Engenharia de Produto - Engenheiro (1) <input type="checkbox"/> Pesquisa de Mercado - Marketing (1) <input type="checkbox"/>

11. Quantos produtos são desenvolvidos simultaneamente?	12. Quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual?	13. Qual a porcentagem (%) de concepções desenvolvidas pela equipe atenderam as especificações iniciais do cliente?	14. Quais procedimentos são utilizados para a concepção dos produtos? Métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados?	15. Quais Recursos Tecnológicos utiliza na fase de concepção de produtos?	16. Há quanto tempo utiliza essas tecnologias?	17. Houve treinamento para utilização dos recursos tecnológicos nas atividades de desenvolvimento?	18. Quais as contribuições do treinamento? (se afirmativa a questão 17)	19. Foram encontradas dificuldades na adaptação? (se afirmativa a questão 17)	20. Em sua opinião, existem vantagens na utilização dos recursos? Se positivo, quais?
2	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Estrutura de funções, Ecodesign	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD, Amimação 3D (stereo)	mais de 10 anos	sim	Melhoria da qualidade e velocidade	Não	Sim, todos. Podendo silar, menor impacto ambiental e melhor percepção da solução que o design vai gerar, melhor visualização pelo cliente. RESPONDENDO A QUESTÃO numero 12. Só e SEMPRE só é apresentada UMA solução para o problema.
5 ou mais	9 ou mais	acima de 75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Estrutura de funções, Matriz de decisão, Matriz Morfológica	Prototipagem rápida, Sistema CAD, Engenharia Reversa	mais de 10 anos	sim	O treinamento capacita o profissional, dando-o ferramentas para atender as necessidades da empresa.	Não, A cada treinamento adquirimos novas informações e tecnologias, existe um período de adaptação após o treinamento até o domínio da nova ferramenta ou método, que é superado sem dificuldades.	Sim, Para cada ferramenta temos uma utilidade que soma muito no decorrer do processo de desenvolvimento de produtos. Por exemplo o Benchmarking que possibilita conhecer novas soluções para problemas existentes em nossos projetos ou idéias para evitar outr
5 ou mais	9 ou mais	acima de 75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD	5 a 10 anos	não			mockups e prototipagem rápida apontam problemas que não podem ser percebidos em maquetes virtuais.
3	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos	Sistema CAD	2 a 4 anos	não			Sim. <input type="checkbox"/> Otimização do tempo e diminuição de erros de projeto.
5 ou mais	5	75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	2 a 4 anos	sim	O Treinamento, em realidade foi o estágio, mas a principal vantagem é a exploração de novas soluções para o mesmo problema e ganho de agilidade em cada etapa do processo.	Dificuldade em troca de ferramentas/ formato de entrega em iges/ parasolid/ step... ect...	sim, diminuem a chance de erros e retrabalho ao final do projeto, bem como redução de custos ao final do projeto.
5 ou mais	5	acima de 75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Algumas outras, modificadas ou não. Ficaria complicado citar todos. Depende do projeto se utiliza uma combinação x de ferramentas.	Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	2 a 4 anos		melhora na agilidade e qualidade dos projetos, já que quando se tem um giro grande de projetos simultâneo precisa-se de uma equipe relativamente grande.	Na realidade na empresa já se utiliza este tipo de ferramenta desde que iniciou, o que se da é um treinamento para as pessoas que estão entrando para elas aprofundarem os conhecimentos gerados na faculdade e os adaptem para a realidade do mercado.	...

11. Quantos produtos são desenvolvidos simultaneamente?	12. Quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual?	13. Qual a porcentagem (%) de concepções desenvolvidas pela equipe atenderam as especificações iniciais do cliente?	14. Quais procedimentos são utilizados para a concepção dos produtos? Métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados?	15. Quais Recursos Tecnológicos utiliza na fase de concepção de produtos?	16. Há quanto tempo utiliza essas tecnologias?	17. Houve treinamento para utilização dos recursos tecnológicos nas atividades de desenvolvimento?	18. Quais as contribuições do treinamento? (se afirmativa a questão 17)	19. Foram encontradas dificuldades na adaptação? (se afirmativa a questão 17)	20. Em sua opinião, existem vantagens na utilização dos recursos? Se positivo, quais?
2	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Matriz de decisão, Eco design	3D modelagem, e visualização em tempo real (stereo)	mais de 10 anos	não		Sim, o Computador Amiga deixou de existir, foi necessário migrar de um sistema para outro (PC).	O Cliente e a equipe pode antever o produto antes de se passar para os modelos, menor custo, menor impacto ambiental e Prazos.
2	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Estrutura de funções	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	5 a 10 anos	sim	Treinamento em softwares CAD e em sistemas de prototipagem rápida.	Sim, adaptação a diferentes plataformas CAD.	Sim. Quando bem utilizados, os recursos computacionais ajudam consideravelmente no desenvolvimento de produtos. Algumas vantagens: 1-Quando executamos em uma plataforma CAD um layout preliminar de um produto que será desenvolvido; todos os conceitos de
5 ou mais	9 ou mais	acima de 75%	Análise de produtos similares, Brainstorming, Sinergia, etc, Desenvolvimento Integrado de Produtos	Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	2 a 4 anos	sim		SIM	SIM. OTIMIZAÇÃO TEMPO
5 ou mais	3	acima de 75%	Benchmarking, Catálogos de Projetos	Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	Melhor e mais rápida adaptação.	Resistência à mudanças do pessoal mais antigo	Vantagem: muitos opcionais para melhorar a velocidade do desenvolvimento; □ Desvantagem: muitos opcionais que ainda precisam ser aprendidos de maneira a fazerem confiável parte do processo.
5 ou mais	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Matriz de decisão, OCD	Raramente é utilizada a prototipagem rápida. Geralmente o prototipo é confeccionado em escala e na matéria prima original	5 a 10 anos	sim	No caso da prototipagem rápida, o planejamento adequado para aproveitamento da matéria-prima, tempo e qualidade final	sim - habilidade técnica	sim. reduzir o tempo de projeto, e com maior acertividade no final.
5 ou mais	3	menos de 25%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, QFD - Desdobramento da Função Qualidade	Prototipagem rápida, Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	O treinamento permite uma maior compreensão dos processos e ferramentas que podem ser empregas.	Sim. As dificuldades estão relacionadas a forma de trabalho, principalmente, no que se refere-se a necessidade de registro de informações.	Sim. Sistematização, discussão orientada, registro das informações e considerações de informações relacionadas ao ciclo de vida do produto.

11. Quantos produtos são desenvolvidos simultaneamente?	12. Quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual?	13. Qual a porcentagem (%) de concepções desenvolvidas pela equipe atenderam as especificações iniciais do cliente?	14. Quais procedimentos são utilizados para a concepção dos produtos? Métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados?	15. Quais Recursos Tecnológicos utiliza na fase de concepção de produtos?	16. Há quanto tempo utiliza essas tecnologias?	17. Houve treinamento para utilização dos recursos tecnológicos nas atividades de desenvolvimento?	18. Quais as contribuições do treinamento? (se afirmativa a questão 17)	19. Foram encontradas dificuldades na adaptação? (se afirmativa a questão 17)	20. Em sua opinião, existem vantagens na utilização dos recursos? Se positivo, quais?
5 ou mais	3	75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos	Realidade Virtual, Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	são necessários para operar os equipamentos	sim	sim, reduz tempo de trabalho
3	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Catálogos de Projetos, Estrutura de funções, Matriz Morfológica	Realidade Virtual, Sistema CAD	2 a 4 anos	não			sim, pois terá uma grande visão de todo processo de desenvolvimento do produto, podendo ser superior ao similar ou eficaz tanto quanto.
3	5	75%	Análise de produtos similares, Brainstorming, Sinergia, etc, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Matriz de decisão, Matriz Morfológica, QFD - Desdobramento da Função Qualidade	Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	2 a 4 anos	sim	Acelera o processo de execução, facilita o diálogo entre a equipe e melhora o desenvolvimento do projeto.	Sim. Diferentes áreas, como saúde e engenharias geram dificuldade de compreensão de conceitos e terminologias	sim. Melhor visualização de cada processo em desenvolvimento, o que resulta em melhor gerenciamento de dados e decisões.
5 ou mais	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Matriz de decisão, Matriz Morfológica	Sistema CAD, Engenharia Reversa	5 a 10 anos	CAD/CAE sim, outros muito pouco	Melhora o conhecimento das ferramentas. Mas somente o uso consolida o conhecimento.	Sim, Mudança nos processos sempre gera reações de não querer mudar.	Sim. Maior velocidade, menor custo, mais opções.
3	3	75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Engenharia Reversa	2 a 4 anos	sim	- Inovação tecnológica; <input type="checkbox"/> - Acompanhamento do mercado; <input type="checkbox"/> - Praticidade ao planejar; <input type="checkbox"/> - Melhoria de tempo de execução; <input type="checkbox"/> - Redução de custos (geral); <input type="checkbox"/> - Possibilidade de multiplicação.	Sim, tudo que é oposto à rotina, se torna no início, um pouco complicado!	Sim, como foi dito na questão 18.
5 ou mais	5	75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Matriz de decisão, Matriz Morfológica	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD, Engenharia Reversa	mais de 10 anos	sim	Sem o treinamento, não haveria como seguir os processos.	Não	Sim, aceleram o processo e diminuem as possibilidades de erro

11. Quantos produtos são desenvolvidos simultaneamente?	12. Quantas alternativas são, em média, geradas na fase de projeto conceitual?	13. Qual a porcentagem (%) de concepções desenvolvidas pela equipe atenderam as especificações iniciais do cliente?	14. Quais procedimentos são utilizados para a concepção dos produtos? Métodos (sistemáticos e intuitivos) e ferramentas utilizados?	15. Quais Recursos Tecnológicos utiliza na fase de concepção de produtos?	16. Há quanto tempo utiliza essas tecnologias?	17. Houve treinamento para utilização dos recursos tecnológicos nas atividades de desenvolvimento?	18. Quais as contribuições do treinamento? (se afirmativa a questão 17)	19. Foram encontradas dificuldades na adaptação? (se afirmativa a questão 17)	20. Em sua opinião, existem vantagens na utilização dos recursos? Se positivo, quais?
3	3	acima de 75%	Análise de produtos similares, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Estrutura de funções	Realidade Virtual, Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	Treinamento em programas de modelagem 3D. <input type="checkbox"/> AutoCad e 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Edição de imagem / Photoshop	Não	Sim. Eles são fundamentais para a execução do trabalho
5 ou mais	3	50%	Análise de produtos similares, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos	Prototipagem rápida, Realidade Virtual, Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	Capacitar a equipe, poder melhor explorar os recursos dos programas, maior rendimento da equipe...	não	Sim, maior rendimento do trabalho, poder atender mais prontamente os clientes,...
5 ou mais	3	75%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, TRIZ - Teoria da Solução Inventiva de Problemas	Prototipagem rápida	5 a 10 anos	não			Sim, diminuição do tempo de projeto.
3	3	50%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Estrutura de funções, Matriz de decisão, TRIZ - Teoria da Solução Inventiva de Problemas, QFD - Desdobramento da Função Qualidade	Sistema CAD	2 a 4 anos	não			Sim. tempo de desenvolvimento reduzido.
3	3	50%	Análise de produtos similares, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Catálogos de Projetos, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Engenharia Simultânea, Estrutura de funções, QFD - Desdobramento da Função Qualidade	Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	Atualização tecnológica, desenvolvimento e otimização de projeto de produtos.		Tempo e custo.
2	5	75%	Análise de produtos similares, Análise do ciclo de vida, Benchmarking, Brainstorming, Sinergia, etc, Desenvolvimento Integrado de Produtos, Matriz de decisão	Sistema CAD	5 a 10 anos	sim	Aperfeiçoamento e redução do tempo de desenvolvimento	Não	Sim. Permite uma maior dinâmica no processo, aumentando a eficiência e o cumprimento do prazo.

21. O tempo de desenvolvimento é reduzido com a utilização dos recursos?	22. Qual o ganho de tempo no desenvolvimento com a utilização dos recursos? (se afirmativa a questão 21)	23. A utilização dos recursos aprimora a qualidade do produto final?	24. Quanto tempo dedica diariamente ao desenvolvimento de um determinado produto?	25. O custo orçado está compatível com o custo real do trabalho?	26. Existem retrabalhos no processo de projeto? Se positivo, quais as causas?	27. Como é feita a troca de informações entre equipes envolvidas no projeto do produto?	28. Como é feita a troca de informações entre cliente e equipe de projeto?	29. Como está a satisfação dos clientes internos e externos com relação aos resultados alcançados?
Sim	50%	Sim	8h	Não	Remendos de projetos de charlatões, amadores e o próprio cliente, que contratou um arquiteto, desenhista ou outros para criar múltiplas soluções sem a devida análise do problema. Só da merda e tem que ser refeita, totalmente. (Com resistencia do cliente)	e-mail, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	100% positiva <input type="checkbox"/>
Sim	25%	Sim	10h	Não	Sim, Para esta questão existem algumas particularidades, citadas abaixo: <input type="checkbox"/> 1º - Os retrabalhos ocorrem principalmente porque como precisamos atender o nosso cliente com conforto, qualidade, ... precisamos sempre estar atentos as tendencias de mercado qua	e-mail, telefone, videoconferência, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, correio, telefone, videoconferência, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	Estes NUNCA vão esta contentes ...
Sim	50%	Sim	8 horas	depende do projeto	Problemas não detectados. Mudança do briefing.	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, correio, telefone, skype ou netmeeting	100% satisfeitos
Sim	25%	Sim	8 horas	Sim	Sim <input type="checkbox"/> Erros de dimensionamento e apropriação de materiais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Mantém-se boa em ambas as relações.
Sim	25%	Sim	2 a 4 horas em atividades, ou 2 horas para cada gerenciamento de projeto.	dependendo do projeto, há projetos em que se quer conquistar o cliente que o custo é reduzido.	Sim, quando há mudança de escopo no projeto, geralmente gerada por problemas internos na empresa do cliente, como não disponibilidade do tomador de decisões, falta de um gerente de produto dentro da empresa e comunicação da equipe. <input type="checkbox"/>	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Clientes satisfeitos, comunicação bastante afinada.
Sim		Sim	cada integrante de 2h a 6h dependendo do produto e do prazo	Depende das atividades difíceis de mensurar o tempo.	Sim. Clientes voltam atras do briefing ou de decisões já tomadas e documentadas.	e-mail, reuniões presenciais	e-mail, telefone, skype ou netmeeting	Até então bastante positiva.

21. O tempo de desenvolvimento é reduzido com a utilização dos recursos?	22. Qual o ganho de tempo no desenvolvimento com a utilização dos recursos? (se afirmativa a questão 21)	23. A utilização dos recursos aprimora a qualidade do produto final?	24. Quanto tempo dedica diariamente ao desenvolvimento de um determinado produto?	25. O custo orçado está compatível com o custo real do trabalho?	26. Existem retrabalhos no processo de projeto? Se positivo, quais as causas?	27. Como é feita a troca de informações entre equipes envolvidas no projeto do produto?	28. Como é feita a troca de informações entre cliente e equipe de projeto?	29. Como está a satisfação dos clientes internos e externos com relação aos resultados alcançados?
Sim	50%	Sim	Varia muito em torno de 17 dias	Não	Mau design feito por arquitetos, charlatão, desenhista, o primo, etc.	e-mail, telefone, videoconferência, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, telefone, videoconferência, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	100% positiva
Sim	75%	Sim	80%	Não tenho acesso a este dados	Sim. <input type="checkbox"/> Entretanto a maioria é devido à mudanças constantes de requisitos para o projeto por parte do cliente, em outras palavras, pela alteração dos parâmetros projetuais. Levando a constantes novos estudos de layout, de viabilidade técnica e de manufatura	e-mail, telefone, reuniões presenciais, Geração de documentos de projetos	e-mail, correio, telefone, reuniões presenciais	Acredito que o processo está atendendo aos resultados propostos. <input type="checkbox"/> Embora necessitamos que o processo sistematizado de obtenção de informações seja mais rapidamente respondido, de maneira clara e definida por parte da empresa contratante do projeto, para
Sim	75%	Não	4h	Não	SIM. PROCESSO NATURAL DE CURVA DE DESENVOLVIMENTO	e-mail, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	SATISFATORIOS
Sim	75%	Sim	6	Não	Sim. Velocidade do processo	reuniões presenciais	correio, Por setor responsável de análise de contratos	Melhorando.
Sim	75%	Sim	de 4h a 6h	Sim	Sim. Alguns produtos são detalhados parcialmente para a confecção de um protótipo, e depois retorna a etapa de detalhamento para modificações	e-mail, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Interno - baixa satisfação <input type="checkbox"/> Externo - O produto final é apresentado. Não há informações sobre a insatisfação no uso de tecnologia. <input type="checkbox"/>
Sim	menos de 25%	Sim	1 hora	Não	Sim. Adequação as necessidades dos clientes e requisitos de projeto.	e-mail, telefone	e-mail, correio	Não tenho como avaliar.

21. O tempo de desenvolvimento é reduzido com a utilização dos recursos?	22. Qual o ganho de tempo no desenvolvimento com a utilização dos recursos? (se afirmativa a questão 21)	23. A utilização dos recursos aprimora a qualidade do produto final?	24. Quanto tempo dedica diariamente ao desenvolvimento de um determinado produto?	25. O custo orçado está compatível com o custo real do trabalho?	26. Existem retrabalhos no processo de projeto? Se positivo, quais as causas?	27. Como é feita a troca de informações entre equipes envolvidas no projeto do produto?	28. Como é feita a troca de informações entre cliente e equipe de projeto?	29. Como está a satisfação dos clientes internos e externos com relação aos resultados alcançados?
Sim	50%	Sim	4	Sim	sim, alterações solicitados pelo cliente	e-mail, reuniões presenciais	e-mail, reuniões presenciais	satisfeito
Sim	50%	Sim	2 a 3 horas	não há orçamento cliente Interno	não	reuniões presenciais	reuniões presenciais	Satisfatório, pois além de criarmos banco de dados, dispomos de tecnologia para realização de operações específicas junto ao cliente.
Não		Sim	06h	Não	Sim, verificações de erros a partir de consultorias e construções de modelos reais ou virtuais.	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Muito bem. Quando há participação de todos os envolvidos, a expectativa em relação é real e permite melhor compreensão dos processos e ajustes em tempo hábil.
Sim	25%	Sim	6	Sim	Sim. <input type="checkbox"/> Mudança de escopo. <input type="checkbox"/> Falha nos testes. <input type="checkbox"/> Custos reais maiores que os iniciais, forçando mudanças para redução de custo.	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais, chat, team room	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais, chat, team room	não sei.
Sim	50%	Sim	3 horas	Não	Sim, como sempre é dito, na maioria dos recursos, tudo é aceito. Na execução, as questões que contemplam o protótipo, na maioria das vezes devem ser revistas.	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Até hoje, trabalhando com projetos, sempre tivemos sucesso em relação cliente x projeto, as vezes é necessária a intervenção do gerente, o objetivo sempre é alcançado.
Sim	mais de 75%	Sim	Varia de 2 meses a 1 ano	Sim	Sim, burocracia e erros humanos.	e-mail, telefone, sistema dedicado a colaboração de projeto, tal como PDM, reuniões presenciais	e-mail, reuniões presenciais	75% satisfeitos

21. O tempo de desenvolvimento é reduzido com a utilização dos recursos?	22. Qual o ganho de tempo no desenvolvimento com a utilização dos recursos? (se afirmativa a questão 21)	23. A utilização dos recursos aprimora a qualidade do produto final?	24. Quanto tempo dedica diariamente ao desenvolvimento de um determinado produto?	25. O custo orçado está compatível com o custo real do trabalho?	26. Existem retrabalhos no processo de projeto? Se positivo, quais as causas?	27. Como é feita a troca de informações entre equipes envolvidas no projeto do produto?	28. Como é feita a troca de informações entre cliente e equipe de projeto?	29. Como está a satisfação dos clientes internos e externos com relação aos resultados alcançados?
Sim	mais de 75%	Sim	8 horas	Sim	Sim. Alterações de projetos por parte do cliente. <input type="checkbox"/> Estruturais e visuais.	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	Muito satisfeitos
Sim	menos de 25%	Sim	2 horas	Sim	Sim. Briefing mal formulado, falha na comunicação...	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Boa.
Sim	75%	Sim	em média 2 a 3 horas	Não	Briefing, definição do escopo e entendimento por parte do cliente.	e-mail, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	internos: 80% <input type="checkbox"/> externos: 90%
Sim	50%	Sim	4h	Sim	Sim, pois quanto é feito o protótipo, algumas vezes não chega ao resultado esperado, sendo assim, é refeito o processo de projeto	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, telefone, reuniões presenciais	Positiva! <input type="checkbox"/> Apesar da pouca estrutura que as empresas tem ao desenvolver o produto novo e inovador, os produtos desenvolvidos em nossa empresa tem sido satisfatórios de acordo com a avaliação final do cliente que é feito em cada atendimento realizado.
Sim	mais de 75%	Sim	4 a 6h/dia	Não	Em geral, feedbacks do clientes que impactam nos prazos.	e-mail, telefone, reuniões presenciais	e-mail, correio, telefone, reuniões presenciais	Precisando melhorar.
Sim	mais de 75%	Sim	8h	Sim	Não	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	e-mail, telefone, skype ou netmeeting, reuniões presenciais	A contento

APÊNDICE C – CUSTOS E PRAZOS ANALIZADOS NO ESTUDO DE CASO

ESTUDO DE CASO						
PROJETO	PASTA NA REDE	CUSTO - HH		PRAZO		RECURSOS UTILIZADOS
		Orçado	Realizado	Planejado	Realizado	
PROJETO A - No-Break 1B	2008_01_03_XXXXXX_08-0004_NoBreak	30.000,00	80.000,00	3 meses (02/2008 a 05/2008)	10 meses (02/2008 a 12/2008)	sketch manual, Engenharia Reversa, Sistema CAD - NX e Solidworks, Protótipo rápido.
PROJETO B - No-Break 2B	2009_02_28_XXXXXX_09-0045_TOP2B	10.000,00	50.000,00	1 mês (05/2009 a 06/2009)	6 meses (05/2009 a 11/2009)	Sistema CAD, Engenharia Reversa, Protótipo rápido
PROJETO C - Estabilizador	2009_11_19_XXXXXX_09-0743_Estabilizador_XXXXXX	35.000,00	40.000,00	5 meses (12/2010 a 05/2011)	aprox. 6 meses (12/2010 a 06/2011) em fase de avaliação para autorizar execução do 1º protótipo	Até o momento: Sketch manual, Sistema CAD - Solidworks, Engenharia Reversa
PROJETO D - No-Break	2010_04_14_XXXXXX_09-0743-XXXXXX	45.000,00	60.000,00	5 meses (11/2010 a 04/2011)	aprox. 7 meses (11/2010 a 06/2011) - conceitos enviados para aprovação e autorização de execução do 1º protótipo.	Até o momento: Sketch manual, Sistema CAD - Solidworks

OBSERVAÇÕES:

O nome da empresa registrado na identificação da pasta na rede foi ocultado por questões de sigilo

Custo e Prazo analisados do período definido em contrato para projeto conceitual e preliminar (protótipo aprovado)

Os valores são fictícios, respeito à proporcionalidade.