

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Diretrizes para o Gerenciamento do Processo de
Desenvolvimento de Produtos Orientado por Modelos**

José Heitor Lopes Torres

TCC-EP-54-2012

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Diretrizes para o Gerenciamento do Processo de
Desenvolvimento de Produtos Orientado por Modelos**

José Heitor Lopes Torres

TCC-EP-54-2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

**Maringá - Paraná
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente aos meus pais, Antônio Torres Barbeiro Júnior e Fátima Aparecida Lopes Torres. É graças a todo amor, suporte, carinho e educação que eles me deram ao longo de todos os anos da minha vida, que este trabalho pôde ser realizado. Dedico ainda a Ana Cláudia Doná, por todo amor, carinho, dedicação e apoio nos momentos mais decisivos, nestes últimos cinco anos. E, por fim, a todos os meus amigos e demais familiares que sempre estiveram presentes e puderam acompanhar toda minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e minha irmã, pela bela família que formamos e todo amor, carinho e suporte que sempre pude encontrar em meu lar. Agradeço ainda aos meus pais por todo esforço, investimento e confiança em mim depositados. Sempre tentei e sempre tentarei fazer o meu melhor para deixa-los orgulhosos de mim.

Agradeço também a Ana Cláudia Doná, que, durante os últimos cinco anos, foi muito mais do que minha namorada. Foi, além de tudo, minha companheira, melhor amiga, confidente, cúmplice, enfermeira, psicóloga, cozinheira, consultora e desenhista. Tenho certeza que nada disto seria possível sem ela.

Um muito obrigado ainda aos meus demais parentes, tias, avô; e minhas avós - que, embora, já não estejam mais conosco, foram fundamentais e contribuíram muito com a minha educação e na formação da pessoa que hoje sou.

Gostaria de registrar toda a minha gratidão ao meu saudosíssimo orientador, professor Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez, por todo o conhecimento compartilhado, disponibilidade, tempo e dedicação, direcionados a mim.

A todos os meus amigos, companheiros e colegas de atividade, não só àqueles que se tornaram próximos nos últimos cinco anos da graduação, mas também àqueles que sempre estiveram comigo. Muito obrigado pelo tempo que passamos juntos. Tenho certeza que muitas destas pessoas continuarão fazendo parte da minha vida, nos próximos anos. Àqueles que, por ventura, acabarem por se distanciar, tenho certeza que nos encontraremos pelos caminhos da vida.

Por último, gostaria de agradecer a Universidade Estadual de Maringá, sobretudo, ao corpo docente dos departamentos de Engenharia de Produção e de Informática, pelo conhecimento adquirido ao longo desta graduação e pelo trabalho de todos, sempre driblando as dificuldades.

RESUMO

O mundo dos negócios torna-se cada vez mais competitivo, com o passar dos anos. Com isso, as empresas que desejam se manter competitivas, no mercado, devem, sobretudo, ter a capacidade de gerenciar seus recursos da maneira mais eficiente, lançando produtos inovadores, de boa qualidade e a preços competitivos. Neste contexto, o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos desempenha um papel fundamental, no planejamento estratégico de uma organização. Este trabalho apresenta uma proposta para gerenciamento do PDP, orientada por modelos, que tem como principal objetivo oferecer suporte a pequenas e médias empresas manufatureiras, que desejam dar um passo inicial rumo à formalização e estruturação da sua própria metodologia de desenvolvimento de produtos. Através de uma análise dos principais modelos de desenvolvimento de produtos, propostos por diversos autores e especialistas na área e, com base na metodologia do desenvolvimento orientado por modelos, a proposta apresenta as principais práticas e abordagens modernas para desenvolvimento de produtos.

Palavras-chave: processo de desenvolvimento de produtos, desenvolvimento orientado por modelos, modelos de referência, prototipação, prototipagem virtual.

ABSTRACT

Business world becomes increasingly competitive, over the years. Thus, all of the companies which wish to be competitive should have the ability of manage their resources the more efficiently as possible, releasing inovative products, with good quality and competitive prices. In this context, the management of the product development process represents an important role, on the strategic planning of any organization. This work proposes a model for managing the product development process driven by models, which has as the main objective provide the necessary support for the small and medium-sized manufacturing companies who wish to take the first step towards the formalizing and structuring of their own metodology for product development. Through an analysis of the main models of product development, proposed by several authors and experts in the field and, based on the methodology of model-driven development, the proposal shows the main practical and modern approaches for product development.

Keywords: product development process, model-driven development, reference models, prototyping, virtual prototyping.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
SUMÁRIO	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	5
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4 METODOLOGIA	5
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP).....	8
2.1.1 <i>Desenvolvimento Sequencial de Produtos</i>	13
2.1.2 <i>Desenvolvimento Integrado de Produtos</i>	14
2.2 PRÁTICAS DO DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS.....	17
2.2.1 <i>Engenharia Simultânea</i>	17
2.2.2 <i>QFD - Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade)</i>	19
2.2.3 <i>Funil de Desenvolvimento</i>	24
2.2.4 <i>Stage-Gates</i>	26
2.2.5 <i>PLM - Product Life Cycle Management (Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto)</i>	28
2.2.6 <i>Benchmarking e Engenharia Reversa</i>	31
2.2.7 <i>Gerenciamento de Projetos</i>	32
2.3 MODELOS DE REFERÊNCIA PARA O PDP.....	33
2.3.1 <i>Modelo de ROZENFELD et al. (2006)</i>	34
2.3.2 <i>Modelo de BAXTER (2003)</i>	37
2.3.3 <i>Modelo de BACK et al. (2008)</i>	38
2.3.4 <i>Modelo de WHEELWRIGHT & CLARK (1992)</i>	40
2.3.5 <i>Modelo de PAHL & BEITZ (1996)</i>	42
2.4 MODELOS DE MATURIDADE DO PDP.....	43
2.4.1 <i>CMMI (Capability Maturity Model Integration)</i>	43
2.4.2 <i>Modelo de Maturidade proposto por ROZENFELD et al. (2006)</i>	44
2.5 DESENVOLVIMENTO ORIENTADO POR MODELOS	45
3 DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO POR MODELOS	48
3.1 ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE REFERÊNCIA	48
3.2 PROPOSTA DO DESENVOLVIMENTO ORIENTADO POR MODELOS.....	51
3.2.1 <i>Identificação das Oportunidades de Negócio</i>	52
3.2.2 <i>Planejamento do Produto e do Projeto</i>	54
3.2.2.1 <i>Objetivo e Justificativa</i>	55
3.2.2.2 <i>Definição das Metas e Entregas do Projeto</i>	56
3.2.2.3 <i>Definição do Escopo do Projeto</i>	56
3.2.2.4 <i>Definição do Escopo Produto</i>	56
3.2.2.5 <i>Definição da Equipe de Projeto</i>	57
3.2.2.6 <i>Cronograma</i>	58
3.2.2.7 <i>Análise de Viabilidade Econômico-Financeira</i>	59

3.2.2.8 Stakeholders	59
3.2.2.9 Análise de Riscos	60
3.2.2.10 Resultado e Avaliação da Fase	60
3.2.3 Projeto do Produto	61
3.2.3.1 Identificação dos Requisitos dos Clientes	63
3.2.3.2 Identificação dos Requisitos do Produto	64
3.2.3.3 Benchmarking: Seleção dos modelos preliminares	65
3.2.3.4 Engenharia Reversa.....	67
3.2.3.5 Definir as Especificações-Meta.....	68
3.2.3.6 Análise dos Componentes do Produto.....	69
3.2.3.7 Modelagem Tridimensional e Prototipagem Virtual	71
3.2.3.8 Prototipagem Física.....	73
4 CONCLUSÃO	75
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
4.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	76
4.3 ATIVIDADES FUTURAS.....	76
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	83
ANEXOS	105

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: ESTRUTURA DO TRABALHO	6
FIGURA 2: PRINCIPAIS TÓPICOS DA REVISÃO DE LITERATURA	8
FIGURA 3: FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROJETO.....	9
FIGURA 4: CURVA DE COMPROMETIMENTO DO CUSTO DO PRODUTO.....	11
FIGURA 5: EXEMPLO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO SEQUENCIAL.....	14
FIGURA 6: EQUILÍBRIO DAS EXPECTATIVAS DOS CLIENTES, VENDEDORES E EMPRESA.....	15
FIGURA 7: ENGENHARIA SIMULTÂNEA INTEGRANDO AS ÁREAS DE UMA EMPRESA E SEU PDP	18
FIGURA 8: ESTRUTURA MATRICIAL FORTE.	19
FIGURA 9: MATRIZ DA CASA DA QUALIDADE DO QFD.	21
FIGURA 10: DESDOBRAMENTO DA CASA DA QUALIDADE	23
FIGURA 11: FUNIL DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.	24
FIGURA 12: MODELO STAGE-GATES GENÉRICO PARA DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS.	27
FIGURA 13: EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE VENDAS NO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS.	29
FIGURA 14: CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS SOB A PERSPECTIVA AMBIENTAL.	30
FIGURA 15: MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE ROZENFELD ET AL. (2006).....	35
FIGURA 16: MODELO DE PDP PROPOSTO POR BAXTER (2003).	37
FIGURA 17: MODELO DE PDP PROPOSTO POR BACK ET AL. (2008).....	38
FIGURA 18: MODELO DE PDP PROPOSTO POR WHEELWRIGHT & CLARK (1992).	41
FIGURA 19: MACRO FASES E RESULTADOS DA PROPOSTA.....	52
FIGURA 20: EXEMPLO DE OBJETIVO E JUSTIFICATIVA PARA UM PROJETO DE PRODUTO	55
FIGURA 21: EXEMPLO DE ESCOPO DO PRODUTO PARA UM SOFÁ	57
FIGURA 22: PROJETO DO PRODUTO	62
FIGURA 23: FLUXO DO PROCESSO DE ENGENHARIA REVERSA.....	67
FIGURA 24: ENGENHARIA REVERSA DO MODELO PRELIMINAR.....	68
FIGURA 25: DIAGRAMA DO MÉTODO FAST.....	70
FIGURA 26: CONSTRUÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE MODELOS E PROTÓTIPOS	72
FIGURA 27: EAP DO MODELO DE PDP DE ROZENFELD ET AL. (2006)	88
FIGURA 28: PROCESSO DE CRIAÇÃO DE UMA EAP.....	89
FIGURA 29: EXEMPLO DE UMA ESTRUTURA ANALÍTICA DE UM PROJETO ORGANIZADO POR FASES	90
FIGURA 30: EXEMPLO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO PARA ITENS DE MATERIAL DE DEFESA.....	90
FIGURA 31: EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE REDES	92
FIGURA 32: DURAÇÃO DAS ATIVIDADES PARA O EXEMPLO PROPOSTO	94
FIGURA 33: CAMINHO CRÍTICO PARA O EXEMPLO PROPOSTO	95
FIGURA 34: FLUXO DE CAIXA DO PROJETO.....	99
FIGURA 35: INFLUÊNCIA DOS STAKEHOLDERS NO PROJETO.....	103
FIGURA 36: QUALIDADE PLANEJADA PARA O ABRIDOR DE LATAS.....	115
FIGURA 37: MATRIZ QFD PARA O ABRIDOR DE LATAS.....	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: APLICAÇÃO DO FUNIL DE DECISÕES NA TOMADA DE DECISÕES DE UMA PEQUENA EMPRESA ELETRÔNICA.....	25
QUADRO 2: NÍVEIS DE MATURIDADE DO PDP	45
QUADRO 3: ITENS DE VERIFICAÇÃO PARA ANÁLISE DOS MODELOS DE REFERÊNCIA. (CONTINUAÇÃO)	51
QUADRO 4: ITENS DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA FASE DE PLANEJAMENTO	61
QUADRO 5: TEMPOS DE DURAÇÃO DAS ATIVIDADES	94
QUADRO 6: CÁLCULO DO COMPRIMENTO DOS CAMINHOS	95
QUADRO 7: FLUXO DE CAIXA DO PROJETO	98
QUADRO 8: CÁLCULO DO <i>PAYBACK</i>	100
QUADRO 9: <i>CHECKLIST</i> PARA OBTENÇÃO DE REQUISITOS DO PRODUTO	111
QUADRO 10: DESDOBRAMENTO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES.....	113
QUADRO 11: SIGNIFICADO DAS COLUNAS NA QUALIDADE PLANEJADA	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
DFA	<i>Design for Assembly</i>
DFM	<i>Design for Manufacturability</i>
DFX	<i>Design for X</i>
DIP	Desenvolvimento Integrado de Produtos
DP	Desenvolvimento de Produtos
EAP	Estrutura Analítica do Trabalho
MDD	<i>Model-Driven Development</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PLM	<i>Product Life Cycle Management</i>
PMBOK	<i>Project Management Book of Knowledge</i>
PME	Pequenas e médias empresas
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
QTP	Qualidade Total do Produto
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

1 INTRODUÇÃO

Em 2012, o mundo é caracterizado por uma economia extremamente globalizada, onde a abertura do mercado, principalmente brasileiro, para empresas multinacionais é cada vez mais uma realidade (MAZO, TEIXEIRA & HERNANDES, 2004). Isso deve-se ao fato de o Brasil ser um dos integrantes do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), grupo formado pelos grandes países em desenvolvimento, que têm, como principal similaridade, um acelerado crescimento econômico, ao longo do tempo - mesmo em períodos de crise mundial. Enquanto grandes potências encontram-se praticamente estagnadas, o Brasil se desenvolve a uma taxa considerável, o que tem atraído muitos olhares do exterior, principalmente, devido a seu grande potencial consumidor (BERNARDES, 2011).

Outro fato bastante interessante é o constante avanço na área dos sistemas de informação, mais precisamente, no que diz respeito à sua velocidade (MENEGON & ANDRADE, 1998).

A velocidade no intercâmbio de informações e interação com novas culturas tem aberto a mente dos consumidores, que podem conhecer de perto todas as novidades, disponíveis no mercado exterior. Não só as novidades, no que diz respeito a produtos novos ou novas tecnologias, mas também produtos com maior qualidade e menor preço.

Empresas multinacionais despertam cada vez mais interesse em instalar-se, nestes países em desenvolvimento. Em contrapartida, o governo brasileiro, objetivando manter o aquecimento econômico e geração de empregos no país, tem oferecido vantagens e estímulos para que estas empresas abram suas unidades de negócio.

Mais empresas produzindo e competindo pelo mercado, entre si, levam a uma maior diversidade de produtos e serviços ofertados, com uma maior qualidade. Situação que aumenta, ainda mais, o leque de opções do consumidor, que passa a ter maior liberdade de escolha e dita, a partir daí, as leis do mercado. Uma vez que uma pessoa tem o poder da compra em suas mãos e sabe que o mercado pode ofertar produtos que atendam da melhor maneira possível suas expectativas, com certeza, ela se tornará muito mais exigente.

Segundo dados de uma pesquisa divulgada pelo SEBRAE (BEDÊ *et al.*, 2011), 26,9% de todas as empresas brasileiras constituídas no ano de 2006, acabaram decretando falência antes de completar dois anos de vida. Este fato se deve a concorrência desleal, que as empresas brasileiras – em especial, de micro, pequeno e, até mesmo, médio porte –, vêm sofrendo por parte de grandes multinacionais, o que implica em estas empresas terem de fechar suas portas, por não terem condições de competir (MENEGON & ANDRADE, 1998).

Neste novo contexto mercadológico, para que estas organizações consigam prosseguir com suas atividades, elas devem se readaptar a nova realidade. Surge a necessidade de se adotar uma nova postura de gestão, dando grande destaque à otimização dos recursos disponíveis, melhoria da produtividade (ROZENFELD *et al.*, 2006), redução de custos, aumento da qualidade (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010) e proximidade no relacionamento com clientes (CAMPOS, 2004).

A gestão de desenvolvimento de produtos exerce um papel estratégico e fundamental para estas organizações. Um processo bastante complexo e desafiador (Back *et al.*, 2008), que representa o início de toda a cadeia produtiva: transformar as necessidades de um mercado em um produto final.

Entendido isto, este trabalho tem como finalidade identificar as principais atividades do processo de desenvolvimento de produtos executado pelas pequenas e médias empresas manufatureiras, onde uma das propostas é o desenvolvimento de produtos orientado por modelos, além disso, definir as diretrizes necessárias para gerenciar as atividades de desenvolvimento de produtos.

De acordo com SELIC (2003), o desenvolvimento orientado por modelos (do inglês, *Model-Driven Development* ou simplesmente MDD), parte do princípio de que pode-se transformar as ideias de um determinado produto em um modelo computacional, para que, então, depois de ajustes e modificações, este modelo possa ser transformado em algo real (MELLOR, CLARCK & FUTAGAMI, 2003).

1.1 Justificativa

O processo de desenvolvimento de produtos de uma determinada empresa é estabelecido de acordo com sua maturidade, experiência e cultura organizacional, sendo aprimorado de maneira contínua (ROZENFELD *et al.*, 2006). Em muitas das pequenas e até mesmo médias empresas, mais precisamente, nas mais jovens, com pouca experiência em desenvolvimento e projetos de novos produtos, este processo dá-se, praticamente, de maneira intuitiva, a partir da adaptação de produtos já existentes no mercado, sem a necessidade de nenhuma formalidade; como, por exemplo, a troca de uma determinada peça ou alteração de design.

ROZENFELD *et al.* (2006) ressaltam que as vantagens de se ter um PDP bem definido e documentado são:

- Uma maior facilidade e agilidade no gerenciamento de novos projetos;
- Melhor acompanhamento e participação dos *stakeholders* no projeto e ciclo de vida do produto;
- Registro formal de todas as atividades desenvolvidas e resultados alcançados, servindo de apoio à tomada de decisões futuras;
- Registro de indicadores de desempenho do projeto ;
- Utilização de ferramentas computacionais, gerenciais e de engenharia que visam otimizar os recursos disponíveis, diminuindo custos e desperdícios de materiais, como, por exemplo, na construção de protótipos malsucedidos (BACK *et al.*, 2008), dentre outras.

Do conceito de desenvolvimento orientado por modelos, pode-se fazer uma analogia ao processo de desenvolvimento de produtos adotado pelas pequenas e médias empresas. Onde adota-se um produto como modelo e, a partir daí, são propostas alterações em seu design ou readequações aos recursos e tecnologias disponíveis pela empresa, criando novos modelos.

Neste contexto, podem ser propostas as regras e melhores práticas do desenvolvimento orientado por modelos, para serem incorporadas no PDP das PMEs. Um exemplo disto é a utilização de simulação e modelagem computacionais, utilizando softwares CAD (*Computer-*

Aided design), CAE (*Computer-Aided Engineering*) e CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), com o objetivo de reduzir custos com protótipos (BACK *et al.*, 2008).

O presente trabalho visa oferecer suporte a PMEs, na estruturação e formalização de seu processo de desenvolvimento de produtos, orientado por modelos. Sua motivação é justamente identificar as diretrizes para o gerenciamento do PDP, nestas empresas, fornecendo o subsídio necessário para que elas possam criar seu próprio modelo de referência.

1.2 Definição e delimitação do problema

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é uma atividade que visa a transformação de informações inerentes ao mercado, em conhecimento necessário para o projeto de um novo produto (BACK *et al.*, 2008). BACK *et al.* (2008) destacam que o PDP compreende as etapas de planejamento do produto, definição das especificações de projeto, projeto do produto, projeto do processo de fabricação e montagem, construção e teste do protótipo, planejamento do processo de transporte, manutenção e descarte ou desativação do produto.

O desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas dá-se da seguinte forma: a partir de um *benchmarking*, realizado com seus principais concorrentes e/ou empresas líderes do seu setor, escolhe-se um produto (modelo) similar ao que pretende-se construir e realiza-se, então, uma Engenharia Reversa do mesmo, estudando seu processo de montagem e seus principais componentes (ROZENFELD *et al.*, 2006). A seguir, acontece um processo de reengenharia, onde são propostas modificações no design e/ou na estrutura do produto, a fim de adaptá-lo às condições de manufatura ou tecnologia, disponíveis na empresa (MELLOR, CLARCK & FUTAGAMI, 2003). Processo, este, que será referido neste trabalho como desenvolvimento de produtos orientado por modelos.

O objeto deste estudo é o processo desenvolvido em pequenas e médias empresas, que não possuem estrutura e recursos financeiros, humanos e tecnológicos, para investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

O estudo almeja criar uma interface entre a metodologia de desenvolvimento de produtos do PDP e a teoria dos métodos de trabalho do desenvolvimento de produtos orientado por

modelos, identificando as diretrizes do gerenciamento deste processo em pequenas e médias empresas do setor de manufatura. Ele se concentrará em analisar todas as atividades do PDP, que compreendem as etapas de planejamento e conceituação do produto até a construção de seu protótipo.

1.3 Objetivos

Esta seção é constituída pela definição dos objetivos deste trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Estruturar um processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos para pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de manufatura.

1.3.2 Objetivos específicos

Este projeto tem, ainda, como objetivos específicos:

- Levantamento da literatura relacionada ao desenvolvimento de produtos;
- Selecionar modelos de referência para o PDP e identificar critérios para analisá-los;
- Realizar uma análise comparativa dos modelos selecionados, de acordo com os critérios estabelecidos;
- Identificar diretrizes/regras para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos;
- Propor um manual com as melhores práticas e principais ferramentas de gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos para PMEs;

1.4 Metodologia

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (Gil, 1991 *apud* Silva, 2005), será realizada uma pesquisa bibliográfica a partir de livros, teses, monografias e artigos de periódicos e publicados em anais de congressos, referentes à literatura já publicada, ligada a este trabalho.

A pesquisa de campo será de natureza (1) exploratória, visando tornar o problema explícito, a fim de compreender todas as partes envolvidas no processo; e (2) descritiva, objetivando identificar e estabelecer relações entre as variáveis do problema (Silva, Menezes, 2005).

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho será composta por quatro procedimentos descritos a seguir:

- A. **Pesquisa Teórica:** revisão da literatura já publicada, analisando modelos de desenvolvimento de produtos existentes, metodologias de gerenciamento de projetos e estudos de casos;
- B. **Proposta das Diretrizes:** identificar e descrever as diretrizes para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos, sob a forma de um manual;
- C. **Validação da Proposta:** validar a proposta a partir de uma análise teórica e comparativa dos principais modelos de desenvolvimento de produtos, elaborados por especialistas e pesquisadores da área;
- D. **Conclusão e Análise dos resultados:** analisar os resultados, através da proposta e suas limitações, bem como suas principais contribuições.

1.5 Estrutura do Trabalho

Além desta introdução, este trabalho é composto por outros três capítulos estruturados que podem ser vistos pela Figura 1 e serão descritos a seguir.

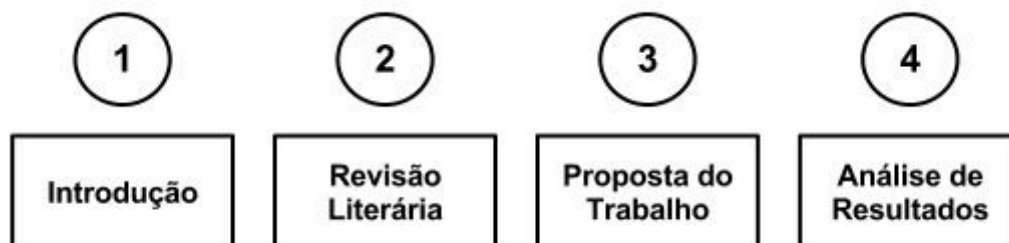


Figura 1: Estrutura do trabalho

O capítulo 2 destina-se à revisão de literatura, a qual o desenvolvimento deste trabalho se baseia. Nela, será visto o que outros autores já escreveram sobre assuntos como processo de desenvolvimento de produtos, as principais práticas, abordagens metodologias e ferramentas do desenvolvimento de produtos, orientação por modelos, prototipação. Também serão estudados e analisados modelos de referência e de maturidade para o PDP, propostos especialistas da área de desenvolvimento de produtos.

O terceiro capítulo trata do desenvolvimento do trabalho propriamente dito. A partir das principais práticas de desenvolvimento de produtos, com embasamento das metodologias de gerenciamento de projetos, são definidas diretrizes para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos e como esta abordagem pode ser utilizada para estruturar o PDP de pequenas e médias empresas do setor manufatureiro.

Por fim, o Capítulo 4 tem como tema central a conclusão e desfecho do trabalho, bem como avaliação da proposta desenvolvida, em termos de suas limitações e propostas para atividades futuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, é apresentada uma análise das principais obras literárias que abordam os temas relacionados ao processo de desenvolvimento de produtos, gerenciamento de projetos e orientação por modelos. Esta seção está estruturalmente organizada em tópicos, que abordam os temas mencionados na Figura 2.

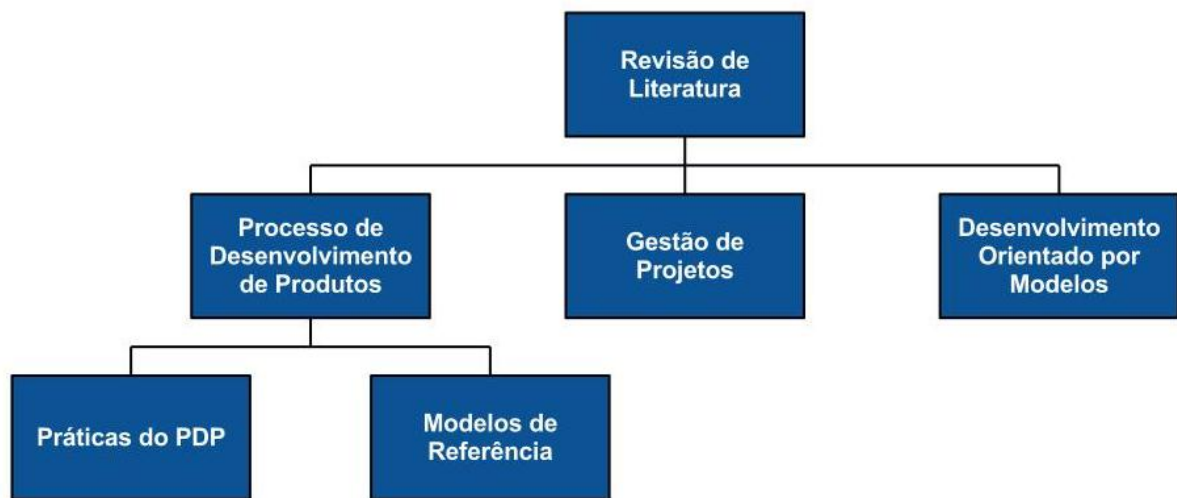


Figura 2: Principais tópicos da revisão de literatura

Nos próximos itens e subitens serão detalhadas cada uma das partes da estrutura apresentada acima.

2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Produzir artefatos e soluções para os mais variados problemas é uma das atividades humanas mais primitivas e intuitivas. ROZENFELD *et al.* (2006) destacam que desenvolver produtos é um processo constituído por um conjunto de atividades que, a partir de métodos de engenharia e gerenciamento de projetos (ROTANDARO, MIGUEL & GOMES 2010), visam transformar as necessidades do mercado em especificações de projeto de produto e processo de fabricação, para que, então, a manufatura se encarregue de torna-lo real.

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) constitui-se de uma camada intermediária, situada entre o mercado e a organização. Cabe ao PDP identificar e antecipar as necessidades mercadológicas e, a partir das restrições tecnológicas e da disponibilidade de recursos, propor soluções que atendam a estas necessidades, da melhor maneira possível, no contexto da qualidade total do produto – em tempo adequado e a um custo competitivo. (ROZENFELD *et al.*, 2006).

O projeto é a principal atividade do desenvolvimento de produtos e envolve sempre fatores tecnológicos, econômicos, humanos e ambientais (Figura 3), sendo que a importância destes fatores varia, de acordo com o produto que se deseja produzir (KAMINSKI, 2000).

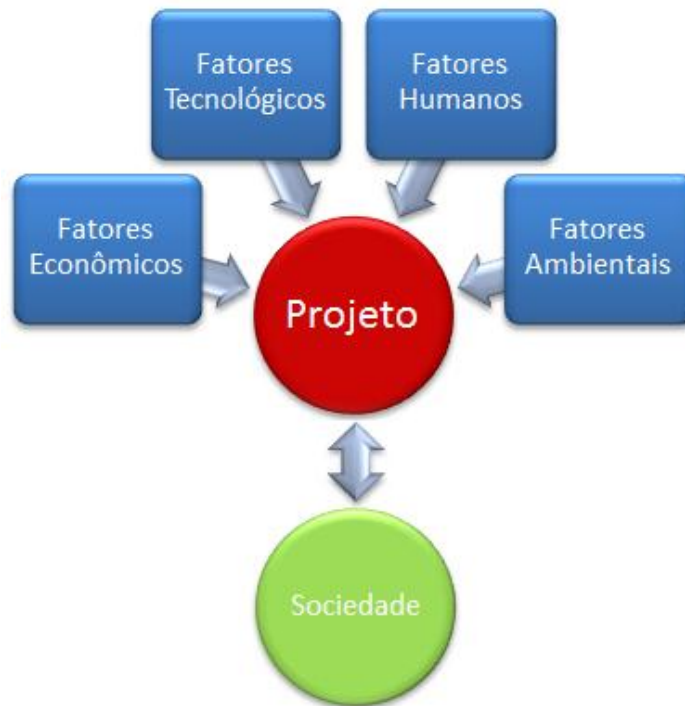


Figura 3: Fatores que influenciam no projeto

Fonte: Adaptado de KAMINSKI (2000)

KAMINSKI (2000) afirma ainda que é importante ressaltar que, assim como o projeto do produto sofre influências do meio social, ele também influencia na sociedade mudando hábitos, costumes e criando novas necessidades de mercado.

De acordo com ROZENFELD *et al.* (2006), o PDP tem diversas especificidades, comparando-se com outros processos de negócio, sendo que as principais características que diferenciam este processo são:

- As atividades e resultados partem de um elevado grau de incerteza e incorrem em altos riscos;
- As decisões mais importantes devem ser tomadas nas etapas iniciais do processo;
- Elevado custo para alterar decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem os princípios do ciclo PDCA para melhoria: projetar, construir, testar e otimizar;
- Necessidade de armazenar, organizar e tornar de fácil acesso um grande volume de informação gerado;
- Informações provenientes de diversas fontes e áreas da empresa;
- Necessidade de atender múltiplos requisitos, considerando todas as etapas do ciclo de vida do produto, clientes e restrições tecnológicas.

A maioria das decisões – ou, pelo menos, as mais importantes – devem ser tomadas nas fases iniciais do projeto do produto, justamente na etapa onde o número de incertezas é muito grande (ROZENFELD *et al.*, 2006), devido à falta de informação ou dificuldade de enxergar o real objetivo do projeto. Estima-se que os custos de projeto são da ordem de 5% do custo total do produto, porém, os efeitos das decisões tomadas nesta fase ultrapassam os 70% (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010), como pode ser visto na Figura 4. Grande parte dos empreendimentos se tornam inviabilizados, pelo fato das empresas considerarem rodadas de reprojeção do produto e do processo para correções e ajustes de conceitos, como parte integrante do processo de desenvolvimento de produtos, ao invés de tratar estas questões nas etapas iniciais do projeto (SENHORA, TAKEUCHI & TAKEUCHI, 2007).

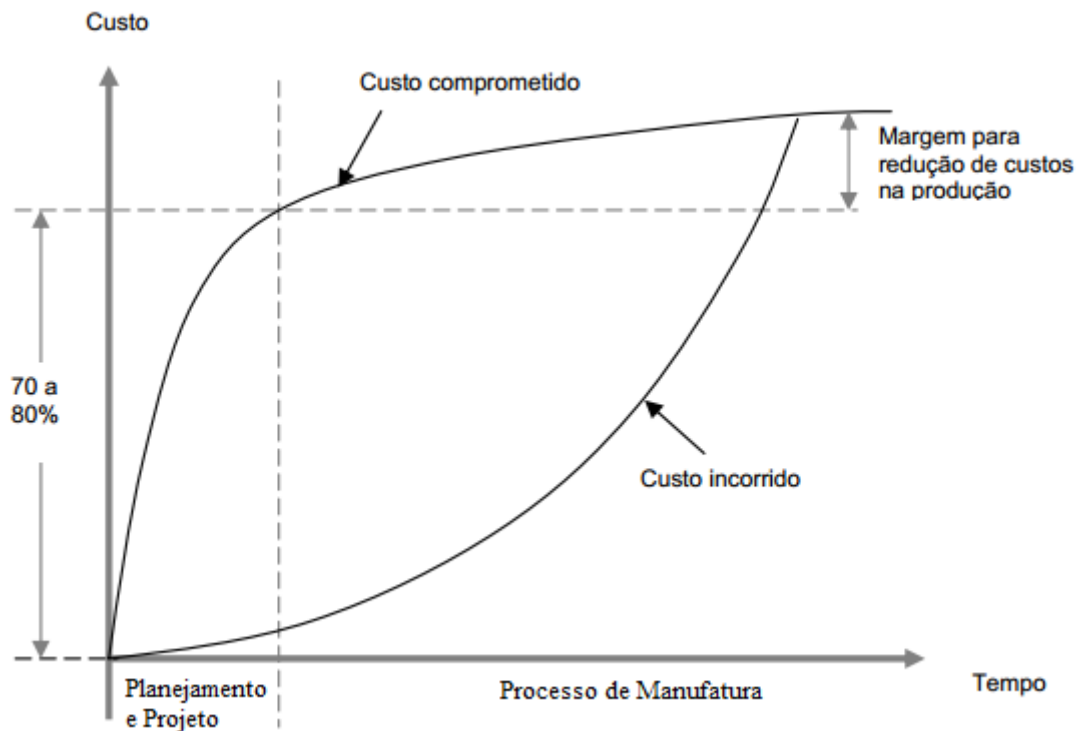


Figura 4: Curva de Comprometimento do custo do produto.

Fonte: Adaptado de ROZENFELD *et al.* (2006)

ROZENFELD (2006) afirma que a chave para o sucesso do desenvolvimento de produtos é saber gerenciar as incertezas, por meio da qualidade das informações e um controle efetivo dos requisitos a cada etapa de decisão, estando sempre atento às possíveis variações de mercado.

Cabe ressaltar que, segundo KAMINSKI (2000), o projeto de produtos também tem como características gerais:

- a. **Necessidade:** o produto final deste processo deve ser a solução para uma necessidade individual ou coletiva.
- b. **Exequibilidade Física:** as especificações para o produto bem como seu processo de manufatura devem ser plausíveis e possíveis de se tornarem reais.
- c. **Viabilidade Econômica:** a utilidade do produto deve ser igual ou superior a seu preço de venda e devem trazer um retorno (lucro) satisfatório para o seu fabricante.
- d. **Viabilidade Financeira:** os custos de projeto, produção e distribuição devem ser suportados pelo fabricante ou o empreendimento não terá condições de ser continuado.

- e. **Otimização:** a escolha final de um projeto deve ser a melhor, dentre as alternativas disponíveis.
- f. **Critério de Projeto:** devem ser definidos critérios para a escolha da melhor alternativa (otimização). Este critério representa um ponto de equilíbrio entre as necessidades mercadológicas, de fabricação e distribuição.
- g. **Subprojetos:** devem ser resolvidos por subprojetos, novos problemas, os quais suas soluções influenciam no projeto final.
- h. **Aumento da Confiança:** a cada etapa, as confianças de sucesso do projeto aumentam, uma vez que o grau de incerteza diminui, no decorrer do processo e com a geração de informação.
- i. **Custo da Certeza:** o custo das atividades que objetivam a obtenção de conhecimento sobre o projeto deve corresponder ao aumento da certeza quanto ao seu sucesso.
- j. **Apresentação:** o projeto corresponde a todas as especificações do produto e seu processo de manufatura, geralmente apresentado em forma de documentos, desenhos técnicos, relatórios ou maquetes.

ALMEIDA & TOLEDO (1992) definem Qualidade Total do Produto (QTP) como “a qualidade experimentada e avaliada pelo consumidor, objetiva ou subjetivamente, na etapa de consumo do produto em todas as suas dimensões”. Dentro destas dimensões, há parâmetros que dizem respeito ao desempenho do produto, sua usabilidade, confiabilidade, durabilidade, manutenibilidade, segurança, serviços de assistência técnica e manutenção, garantia, dentre muitos outros. QTP é um conceito que se estende por todo o ciclo de vida do produto e, tendo em vista que um dos objetivos do PDP é atender a esta qualidade; logo, conclui-se, que o processo de desenvolvimento de produtos deve dar suporte a todas as etapas do ciclo de vida de um produto: desde a definição de seu conceito, a partir das necessidades do mercado, até o seu descarte ou retirada de circulação.

Visto que o PDP é um processo que está diretamente ligado com a qualidade total do produto, pode-se afirmar que ele é um processo-chave no planejamento estratégico de qualquer indústria manufatureira (ROZENFELD *et al.*, 2006). A habilidade de converter as necessidades dos clientes em produtos que possam ser produzidos a um preço razoável é um grande fator de sucesso econômico de uma empresa (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010).

MOURA (2002, *apud* CORRÊA, 2008) coloca o desenvolvimento de produtos como uma das três atividades mais importantes dentro de uma empresa, juntamente com planejamento gerencial e a melhoria contínua, haja vista que o que se desenvolve hoje pode determinar o sucesso ou fracasso da empresa, no futuro.

2.1.1 Desenvolvimento Sequencial de Produtos

A divisão de tarefas, de acordo com os princípios da administração científica, bem como a estrutura funcional das organizações, deram forma a função de desenvolvimento de produtos, que hoje é conhecida como desenvolvimento sequencial de produtos (ROZENFELD *et al.*, 2006), amplamente empregado nos anos 50 e 60, mas que ainda pode ser encontrado em muitas empresas (ZANCUL, 2000). Neste modelo, as atividades e tarefas são atribuídas a um excessivo número de áreas funcionais, superespecializadas, formadas por técnicos com conhecimentos específicos naquela área funcional.

De acordo com WOMACK, JONES & ROSS (1992, *apud* ROZENFELD *et al.*, 2006), era possível encontrar nas indústrias automobilísticas as áreas de marketing, gerência, engenharia avançada, engenharia detalhada, engenharia de processo de fabricação, prototipagem, sendo que ainda era possível que elas fossem segmentadas, como, por exemplo, a área de engenharia de que poderia ser Engenharia de Chassis, Motor, Direção, entre outras.

Desenvolvimento Sequencial de Produtos, também conhecida como Engenharia Tradicional, caracteriza-se por uma sequência de atividades ordenadas realizadas por diferentes áreas funcionais de uma empresa, sendo que a atividade sucessora depende sempre de sua precedente (ZANCUL, 2000). Deste modo, uma atividade só pode ser iniciada depois que a atividade que a antecede for concluída. No exemplo da Figura 5, tem-se o Marketing como o departamento responsável por identificar as necessidades mercadológicas e repassar para a Engenharia de Projetos, que, por sua vez, deve definir os requisitos técnicos do produto. A Engenharia de Processos tem o papel de transformar as especificações técnicas do produto em fluxogramas de processos de fabricação. Já a Engenharia de Testes responsabiliza-se por construir protótipos, testá-los exaustivamente, para, então, homologar o protótipo. Porém, ao chegar à Engenharia de Produção, se houver alguma restrição ou necessidade de manufatura não considerada nas etapas anteriores, o projeto faz o caminho contrário, passando pela

Engenharia de Testes, Engenharia de Processos, Engenharia de Projetos, até que todas as correções e devidas modificações sejam realizadas.

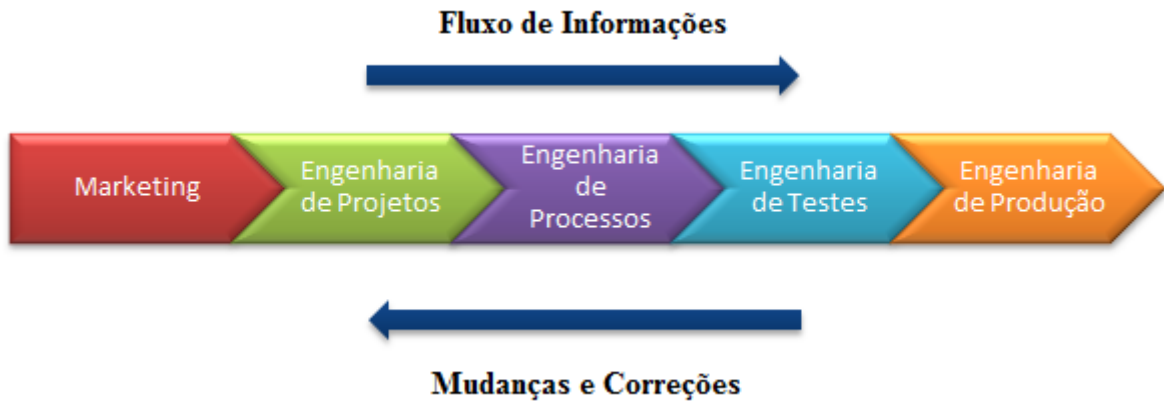


Figura 5: Exemplo de desenvolvimento de produto sequencial

É possível notar que o desenvolvimento sequencial de produtos não favorece a integração entre os departamentos da organização, de modo que cada área tende a se preocupar somente com aquelas atividades que lhes são pertinentes (ZANCUL, 2000). Além de toda burocracia, esta abordagem gera um alto número de erros, os quais são detectados e corrigidos muito tardiamente, aumentando, assim, o tempo de desenvolvimento do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.1.2 Desenvolvimento Integrado de Produtos

Nos anos que compreendem o final das décadas de 80 e 90, as empresas começaram a perceber que a sistematização de um processo de desenvolvimento de produtos eficaz poderia trazer grandes vantagens competitivas. Foi nesse período que surgiram, quase que simultaneamente, as abordagens da Engenharia Simultânea, Funil de Desenvolvimento e *Stage-Gates* e, juntas, deram origem a chamada era do Desenvolvimento Integrado de Produtos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) é uma abordagem para desenvolvimento de produto que objetiva, a partir de uma equipe multidisciplinar, integrar todas as atividades que circundam as áreas de produto, mercado e produção, oferecendo suporte ao produto, controle

da qualidade, gerenciamento, compilação de dados e troca de informações entre as áreas funcionais (ECHEVESTE, 2003).

BAXTER (2003) vai além e aponta que a abordagem de desenvolvimento integrado de produtos busca gerenciar e encontrar um ponto de equilíbrio entre as expectativas e interesses de todas as partes envolvidas: o consumidor, oferecendo produtos que atendam suas necessidades da maneira mais eficaz e com um preço razoável; os vendedores, através de diferenciações e vantagens competitivas e; os empresários, que requerem menores investimentos e maiores retornos (Figura 6).

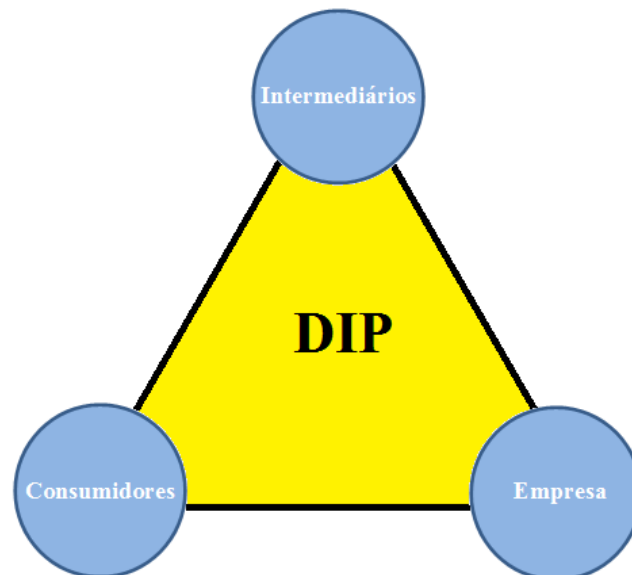


Figura 6: Equilíbrio das expectativas dos clientes, vendedores e empresa

Para ROZENFELD *et al.* (2006), as principais características das abordagens do DIP são:

- **Visão integrada:** o desenvolvimento de produtos é visto como um processo único e não como um conjunto de processos independentes;
- **Estratégia Corporativa:** Desenvolvimento de Produtos (DP) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) passam a exercer um papel estratégico fundamental dentro da empresa;
- **Projetos Plataforma:** utilização de projetos plataforma e componentes modularizados na padronização de produtos, reduzindo custos de projeto;

- **Intercâmbio de Informações:** maior capacidade e intensidade na comunicação interdepartamental, em todos os níveis hierárquicos, facilitando o trabalho em grupo;
- **Equipe Multidisciplinar:** o desenvolvimento de produtos é realizado, a partir de um time de desenvolvimento multidisciplinar;
- **Participação de Fornecedores:** os fornecedores podem e devem participar do processo de desenvolvimento, desde o seu início, facilitando a formação de alianças estratégicas;
- **Generalização dos Profissionais:** os profissionais tendem a ser mais generalistas e menos especialistas – contrário ao que acontece no desenvolvimento de produtos sequencial.

Construir um produto do zero, a partir de necessidades mercadológicas e passando por todas as etapas descritas acima, pode ser um processo muito complexo. Este tipo de projeto é definido por ROZENFELD *et al.* (2006), como **Projeto Radical (*Breakthrough*)**. Nele, são propostas modificações significativas na estrutura de um produto ou processo já existente - quase sempre envolvendo a incorporação de uma nova tecnologia. Por se tratar de um projeto inovador para a empresa em questão, os riscos incorridos pela sua execução são grandes, o que requer um planejamento e gestão de recursos extremamente eficientes.

Há ainda, de acordo com ROZENFELD *et al.* (2006) outros tipos de projetos de produtos, como:

- **Projetos Plataforma ou próxima geração:** apresenta alterações significativas no produto ou processo, porém, sem a incorporação de novas tecnologias ou materiais. Este projeto pode representar a próxima geração ou família de um produto já existente.
- **Projetos Incrementais ou derivados:** projetos que criam produtos ou processos derivados ou com pequenas diferenciações, em relação a um já existente. Inclui versões de redução de custos de um produto.
- **Projetos *Follow-source* (seguir a fonte):** este tipo de projeto é muito utilizado no Brasil, onde a filial multinacional recebe da matriz o projeto do produto e faz alterações pouco significativas, geralmente, apenas para adaptar à realidade local.

Dentre todas as vantagens desta abordagem, ROZENFELD *et al.* (2006) destaca que a participação de equipes multidisciplinares, sob forte liderança e com a participação de especialistas vindos de várias áreas funcionais da empresa, contribui significativamente para a diminuição do *lead time*; ou seja, a empresa consegue responder de forma mais rápida e eficiente às exigências do mercado.

Como mencionado no início desta seção, a abordagem do DIP surgiu com a compilação de uma série de outras abordagens. Os principais conceitos serão vistos a seguir.

2.2 Práticas do Desenvolvimento Integrado de Produtos

O Desenvolvimento Integrado de Produtos é caracterizado por uma série de metodologias e abordagens que foram desenvolvidas e incorporadas a esta atividade ao longo dos anos. Dentre as quais podem ser citadas a Engenharia Simultânea, o QFD (*Quality Function Deployment*), Funil de Desenvolvimento, *Stage-Gates*, PLM (*Product Life Cycle Management*), entre outras. A seguir serão apresentadas as principais práticas que apoiam o Desenvolvimento Integrado de Produtos e como elas contribuem para a melhoria do PDP.

2.2.1 Engenharia Simultânea

No início dos anos 80, as empresas começaram a se sentir cada vez mais pressionadas, uma vez que o ciclo de vida dos produtos se encurtava, cada vez mais, e o mercado esperava por soluções mais rápidas às suas necessidades (TOLEDO *et al.*, 2002). Foi neste contexto que a Engenharia Simultânea (*Concurrent Engineering*) nasceu: como uma alternativa para se reduzir o tempo do ciclo de desenvolvimento de produtos, através da execução de atividades paralelas, entre si (ZANCUL, 2000), como pode ser visto na Figura 7. Além de reduzir de forma significativa o *lead time* do desenvolvimento, esta abordagem contribui efetivamente na diminuição de custos e aumento da qualidade do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

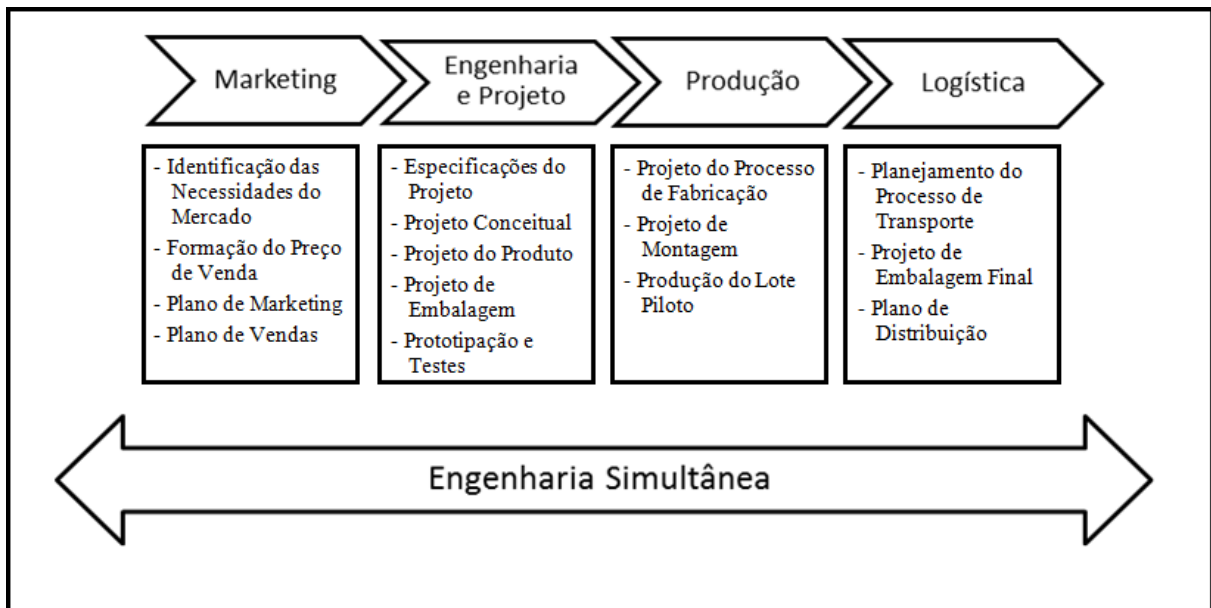


Figura 7: Engenharia Simultânea integrando as áreas de uma empresa e seu PDP

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), a Engenharia Simultânea deu início à participação de times multifuncionais, no processo de desenvolvimento, liderados por gerentes peso pesado, ou seja, gerentes com mais poderes que os gerentes funcionais. Rozenfeld *et al.* (2006) define este novo arranjo organizacional como Estrutura Matricial Forte ou Estrutura de Projeto Peso Pesado – que pode ser vista na Figura 8.

Nesta estrutura, a ligação é predominantemente baseada em projeto. O gerente de projetos peso pesado tem total autonomia para tomar decisões relacionadas a orçamento, alocação de recursos humanos e materiais para o projeto e é o responsável pela avaliação de desempenho de cada um dos membros do time de desenvolvimento. Apesar do poder exercido pelo gerente de projetos peso pesado, esta estrutura não elimina a figura do gerente funcional, uma vez que cada colaborador pertence a uma determinada área funcional. Porém, seu controle e autonomia sobre os colaboradores, são limitados, se comparado com o gerente de projetos peso pesado (ROZENFELD *et al.*, 2006).

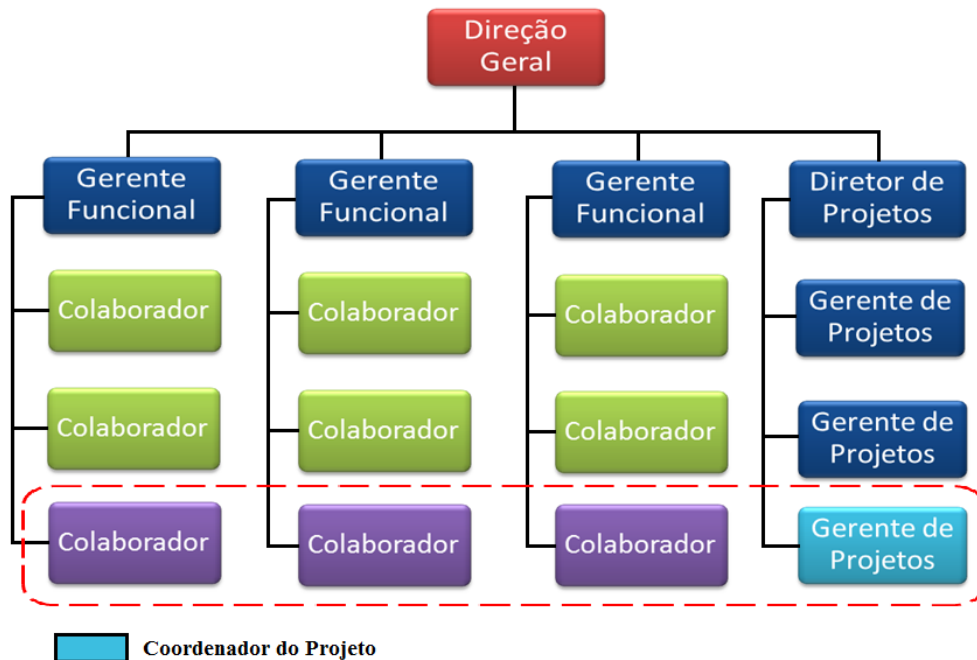


Figura 8: Estrutura Matricial Forte.

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006).

Jugend (2006) enfatiza o poder de integração que a participação de times multifuncionais exerce sobre o processo de desenvolvimento: quanto maior a presença de pessoas, provenientes das mais variadas áreas funcionais de uma empresa e com diferentes habilidades, maior será a troca de experiências, informações e conhecimentos. O que facilita a implantação da filosofia da engenharia simultânea, fazendo com que o DP seja visto como um processo, único e integrado, sob diferentes perspectivas organizacionais.

Comparativamente, nota-se que a Engenharia Simultânea vai em contrapartida ao modelo de desenvolvimento sequencial, pois, possibilita o paralelismo entre as atividades e oferece muito mais flexibilidade e confiança ao processo, integração entre as áreas, além da diminuição do tempo e do custo de desenvolvimento e aumento da qualidade (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.2.2 QFD - *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função Qualidade)

O QFD é uma metodologia de gerenciamento que utiliza matrizes, tabelas e procedimentos de relação, extração e conversão, que tem por finalidade identificar variáveis e, através do desdobramento delas, cruzar requisitos de clientes, do projeto, de materiais e processo de fabricação e do produto, para que se possa atender a estes requisitos da maneira mais satisfatória possível (SASSI & MIGUEL, 2002).

O QFD corresponde a um conjunto de quatro matrizes sucessivamente inter-relacionadas. Com o seu auxílio, os itens de controle essenciais do projeto podem ser identificados, de modo que o resultado produtivo final possa chegar bem próximo dos desejos do consumidor (CUNHA, PESSÔA & LEPIKSON, 2001).

Ribeiro, Echeveste & Danilevicz (2001), citado por UJIHARA *et al.* (2006) definem QFD como:

- Uma ferramenta de gestão que auxilia no gerenciamento de projetos;
- Um método de planejamento que concentra a maioria das atividades de engenharia na fase de planejamento;
- Um método de resolução de problemas que lista “o que” e “como” deve ser feito;
- Auxilia na modelagem do conhecimento;
- Facilita a organização e apresentação das informações, em forma de matriz;
- Facilita o intercâmbio de informações, uma vez que as matrizes relacionam-se de forma sequencial e utilizam uma lógica semelhante de preenchimento;
- Oferece um ambiente favorável para a adoção da metodologia de Engenharia Simultânea.

De acordo com Lucas Filho, Pio & Ferreira (2010), os principais motivos que levam as empresas a utilizar o QFD como metodologia de gestão do PDP são: a) melhoria do processo de desenvolvimento de produtos; b) decisão a partir do conhecimento de suas vantagens e; c) aumento da satisfação dos clientes.

A Figura 9 ilustra a primeira matriz do QFD, a Matriz da Casa da Qualidade. Ela é utilizada para se alocar os dados provenientes das pesquisas de mercado, relacionando os requisitos dos clientes com as especificações de produto. Nela, é iniciado o processo de transformação das

necessidades dos clientes em variáveis mensuráveis (UJIHARA, CARDOSO & CHAVES, 2006).

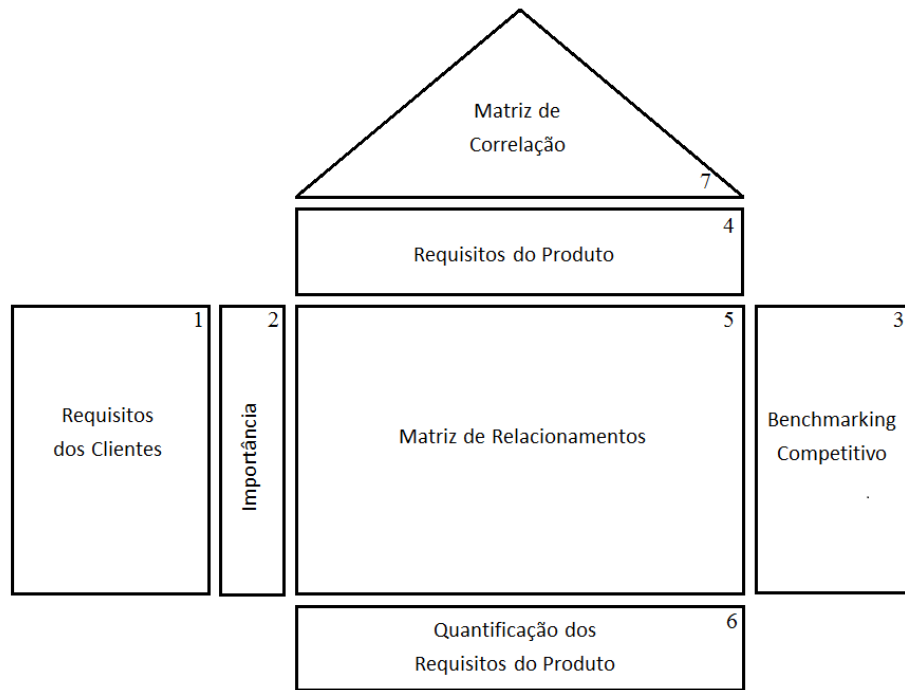


Figura 9: Matriz da Casa da Qualidade do QFD.

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006)

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), a Matriz da Qualidade pode conter dados numéricos e/ou descritivos, como requisitos dos clientes, importância relativa dos requisitos, requisitos do produto ou projeto, características, relacionamentos e correlações, importância técnica e *benchmarking* competitivo e outros.

O primeiro campo da matriz da Qualidade é constituído pelas necessidades dos clientes. Os graus de relevância de cada requisito do cliente devem ser acomodados no campo identificado como 2. Já no campo 3, devem ser identificados os graus de importância relacionados com cada requisito dos clientes, para cada um dos produtos dos concorrentes. Ou seja, qual a preocupação ou capacidade de atender a determinada necessidade do cliente, os produtos concorrentes apresentam, para cada requisito do cliente. ROZENFELD *et al.* (2006) explicam que é possível acrescentar diversas colunas a este campo, com informações como “número de reclamações”, “importância”, “qualidade desejada”, entre outros.

O campo 4 deve ser ocupado pelos requisitos do produto. Cada um dos itens identificados deve ser acomodado em colunas, que serão relacionadas ainda com os requisitos do cliente, na matriz de relacionamentos, correspondente ao campo 5. Este campo servirá para correlacionar os requisitos dos clientes (“o que fazer”) com os requisitos do produto (“como fazer”), onde, para cada elemento E_{ij} da matriz é determinado se existe algum tipo de relação e sua intensidade. As especificações quantificadas, a partir dos requisitos, ocuparão o campo 6. Enquanto o campo 7 é utilizado para verificar se existem relações positivas ou negativas entre os requisitos do produto.

A Casa da Qualidade trará uma série de dados, sumarizados e de razoável confiabilidade, fundamentais para apoiar as pessoas envolvidas com o relacionamento do projeto. Além das especificações-meta, a Casa da Qualidade oferece outras informações a respeito do produto e do projeto, como a classificação dos requisitos do produto, que podem ser usados para priorizar as atividades de desenvolvimento. Também, a matriz de correlação serve para identificar os requisitos do produto que devem ser abordados de modo integrado, para que se diminuam os efeitos de suas relações conflitantes (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Porém, os resultados desta primeira matriz ainda podem ser refinados, a partir do desdobramento da Função Qualidade. Isso quer dizer, identificar os elementos necessários para que o produto final reflita diretamente as necessidades do consumidor. O primeiro passo deste processo é identificar os elementos pertencentes ao grupo dos “como fazer”, da primeira matriz – Casa da Qualidade – que representam obstáculos técnicos e que realmente sejam importantes para a satisfação dos clientes e coloca-los no campo “o que fazer” na segunda matriz (de acordo com a Figura 10). Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), esta nova matriz servirá para dar suporte às várias atividades das demais fases de desenvolvimento, identificando as características dos componentes que o produto precisa para satisfazer os requisitos do produto – que serão os “como fazer” da segunda matriz.

A matriz da Casa da Qualidade poderá ser desdobrada em sistemas, subsistemas, componentes, processo e produção, como mostra a Figura 10. Os procedimentos para construção e utilização das demais matrizes seguem o mesmo processo descrito no parágrafo anterior. O desdobramento da qualidade resulta na identificação das características críticas dos sistemas, subsistemas e componentes, para a execução dos requisitos do produto

(ROZENFELD *et al.*, 2006). São justamente essas características que são desdobradas e constituindo os “o que fazer” da matriz seguinte.

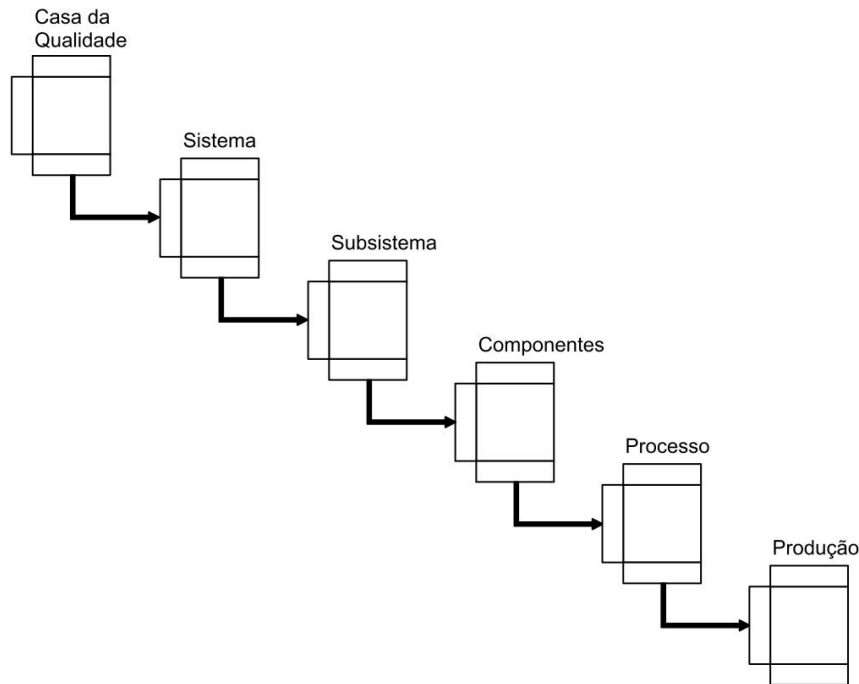


Figura 10: Desdobramento da Casa da Qualidade

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006)

Os principais benefícios e vantagens advindos da adoção do QFD, segundo Cheng & Melo Filho (2010) são:

- Desenvolvimento com foco no consumidor;
- Informações documentadas na forma de tabelas, matrizes e diagramas;
- Necessidade de se considerar a concorrência, no processo de desenvolvimento;
- Convergência das especificações para um resultado que reflita as exigências dos clientes;
- Permite uma melhor compreensão conjunta do time de desenvolvimento, devido a seu formato visual, abrindo espaço para uma discussão mais objetiva;
- Redução no tempo de lançamento do produto;
- Facilidade de manutenção e monitoramento do produto após o seu lançamento.

Na teoria, a sucessiva utilização da abordagem de engenharia simultânea na gestão do PDP, suportada pelas técnicas do QFD (*Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade), pode levar o resultado final do processo a remeter efetivamente as exigências dos consumidores (CUNHA, PESSÔA & LEPIKSON, 2001).

2.2.3 Funil de Desenvolvimento

O Funil de Desenvolvimento é mais uma abordagem da Era do Desenvolvimento Integrado de Produtos, que permite tratar, de forma integrada, as atividades básicas do processo de desenvolvimento, permitindo analisar alternativas, observar a sequência de decisões críticas e avaliar os resultados e possíveis riscos incorridos, a partir destas decisões (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010). Um processo decisório sempre elimina as alternativas que são inviáveis, ou seja, a cada etapa, a quantidade de opções disponíveis diminui, por isso, o formato de funil (Figura 11).

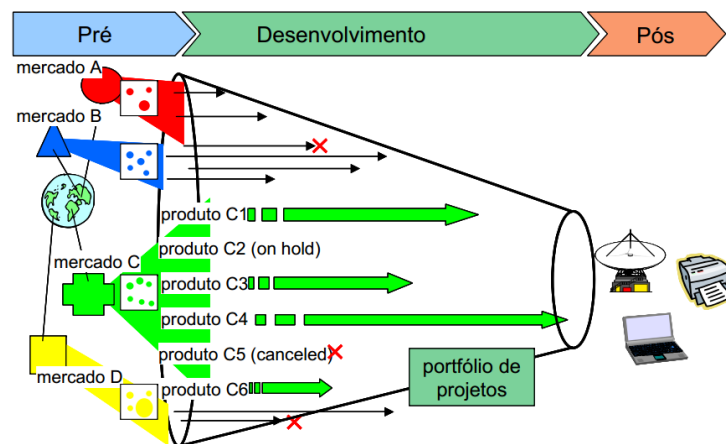


Figura 11: Funil de Desenvolvimento de Produtos.

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006)

O Quadro 1 mostra um breve exemplo de como acontece o funil de decisões durante a tomada de decisão para inovação no PDP (BAXTER, 2003).

Decisão/Ação	Risco	Análise de Risco
Inovar ou não?		
A empresa não está preparada, técnica, comercial e gerencialmente.	A empresa não está preparada, técnica, comercial e gerencialmente para desenvolver novos produtos	Analise as forças e fraquezas da empresa
Possíveis oportunidades de inovação		
A empresa desenvolverá um produto inédito, baseado no estado-da-arte da tecnologia.	O retorno do investimento será muito demorado para uma pequena empresa.	Analise o mercado e a linha atual de produtos da empresa nesse mercado.
Possíveis produtos		
Um novo tipo de controle remoto para uso em TV interativa	Depende do sucesso da TV interativa.	Estabeleça aliança com o detentor da tecnologia chave.
Possíveis conceitos		
O produto deve funcionar como <i>mouse</i> sem fio, dirigindo <i>menus</i> na tela e tendo apenas um botão de comando.	Depende de <i>software</i> , que está fora do controle da empresa.	Verifique o valor do conceito em pesquisa de mercado. Estabeleça parceria com o detentor do <i>software</i> .
Possíveis configurações		
Comunicação IR, botão <i>micro-switch</i> selado, caixa de plástico ABS injetada, bateria de 9V.	Faixa inadequada de operação, vida curta da bateria, caixa de plástico que se quebra com queda.	Verifique as falhas no teste do protótipo.
Possíveis detalhes		
Protótipo completo produzido.	Montagem incorreta, defeitos nos componentes, peças fora das especificações de tolerância.	Repita testes com protótipo e introduza procedimentos de controle de qualidade.

Quadro 1: Aplicação do funil de decisões na tomada de decisões de uma pequena empresa eletrônica.

Fonte: adaptado de BAXTER (2003).

O surgimento de ideias e o seu avanço para dentro do funil de desenvolvimento são, geralmente, impulsionadas pelo mercado e pela tecnologia (ROMEIRO FILHO, 2010). As empresas estão constantemente sendo pressionadas a inovar, seja pelo mercado, que demanda novidades de produtos com uma velocidade cada vez maior, ou pelos próprios concorrentes. Porém, inovar ou não é uma decisão que a própria empresa deve tomar. BAXTER (2003) enfatiza que nem todas as empresas devem inovar. Muitas empresas possuem linhas de produtos tradicionais, que tem um excelente volume de vendas e clientes fiéis aos seus produtos e sua marca, ou seja, um mercado consumidor também bastante tradicional. Para estas empresas, inovar pode ser um grande risco, uma vez que é difícil determinar a reação dos consumidores a uma mudança.

Se uma empresa opta por inovar e decide colocar a inovação em prática, a próxima etapa é analisar todas as possíveis oportunidades e selecionar a melhor entre elas (BAXTER, 2003). Cabe ressaltar que as decisões que devem ser tomadas na fase de planejamento do produto são as mais complicadas e que possuem maiores riscos de insucesso (ROZENFELD, 2006). Por isso, a Engenharia Simultânea e a abordagem do *stage-gates* são muito importantes no processo decisório do PDP e permitem uma melhor avaliação das decisões e no que implicam cada uma delas, sob diversas perspectivas.

2.2.4 Stage-Gates

Stage-Gates é definida como uma abordagem que divide o processo de desenvolvimento de produtos, geralmente, em quatro, cinco ou seis estágios, onde cada um destes estágios é definido para que possam ser obtidas informações imprescindíveis e necessárias para que seja dada continuidade ao processo (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010). Ainda de acordo com este mesmo autor, no intervalo de cada um destes estágios, existe um processo de tomada de decisão (Figura 12), denominado *gate*, que funciona como uma espécie de ponto de verificação, para o controle da qualidade do projeto, decidindo se o processo deve seguir em frente ou ser abortado.

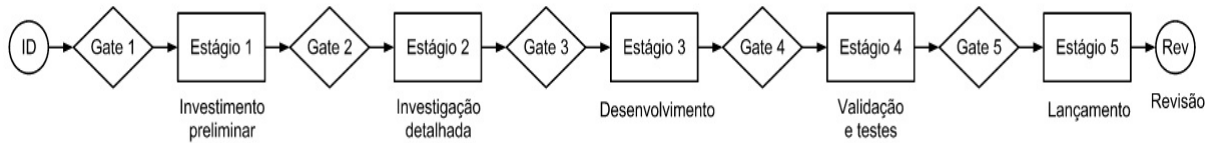


Figura 12: Modelo stage-gates genérico para desenvolvimento de novos produtos.

Fonte: COOPER (2001)

COOPER (2001) adota um modelo genérico para a abordagem *stage-gates* (Figura 12), dividindo o processo de desenvolvimento de produtos em cinco estágios:

- **Estágio 1** – Investigação Preliminar: neste estágio, é realizada uma investigação preliminar, incluindo uma rápida avaliação do escopo do projeto.
- **Estágio 2** – Investigação Detalhada: o estágio 2 compreende uma investigação técnica e comercial detalhada, para construção de um plano de negócios, incluindo a definição do produto e do projeto, seu plano e justificativa.
- **Estágio 3** – Desenvolvimento: neste estágio, ocorre o desenvolvimento do produto, propriamente dito, incluindo a definição das especificações do produto, incluindo seus processos de produção, controle e operação.
- **Estágio 4** – Validação e Testes: nesta etapa, são realizados testes técnicos e comerciais do produto definido na etapa anterior, para que sejam encontradas possíveis falhas ou oportunidades de melhoria, tanto nas especificações do produtos, quanto no seu processo de fabricação, para que então, o produto seja validado e homologado.
- **Estágio 5** – Lançamento: esta etapa compreende as atividades de divulgação do produto, plano comercial e de distribuição.

Na passagem de um estágio para o outro, existe um *gate* (do inglês, portão), um processo decisório, conduzido pelo gerente de projetos, na presença de todo o time de desenvolvimento, que, através de uma análise de viabilidade, determina se o projeto deve seguir para o estágio seguinte ou deve ser abandonado (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010).

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), a abordagem *Stage-Gates*, além de garantir o desempenho e a qualidade do desenvolvimento, permite que sejam levados em consideração o

andamento de todos os projetos e a mudança de ambientes, seja de mercado ou organizacional. Essa integração, trazida pela abordagem, contribui ainda mais para o fortalecimento do desenvolvimento na estratégia de novos produtos.

2.2.5 PLM - *Product Life Cycle Management* (Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto)

Conforme ilustrado na Figura 13, em uma tentativa de definir o conceito de ciclo de vida dos produtos, Romeiro Filho *et al.* (2010) fazem uma analogia à vida dos seres humanos e afirma que o ciclo de vida dos produtos passam por quatro estágios, após seus lançamento no mercado:

- i. Introdução:** esta fase é caracterizada por um alto custo de promoção do produto, para tornar o produto de conhecimento público. Nesta etapa, o preço do produto pode ser mais elevado, devido ao baixo volume de vendas e conseqüentemente baixa produtividade na indústria.
- ii. Crescimento:** neste estágio ocorre um aumento na demanda pelo produto, caracterizado por um rápido crescimento no número de vendas do produto, se comparado à evolução de suas vendas, durante seu ciclo de vida.
- iii. Maturidade:** após um período de alta, as vendas do produto tendem a crescer de forma menos acelerada, até que se estabilize. Neste momento, as vendas de produtos similares dos concorrentes passam a representar fatias consideráveis do mercado.
- iv. Declínio:** este período é caracterizado pela queda significativa das vendas do produto podendo significar a extinção do produto no mercado. Produtos tecnológicos ou produtos que demandam por inovações e novidades de forma bem rápida tendem a ter uma decadência mais acelerada. Este é o momento de decidir pela retirada do produto do mercado (que deve ser muito bem planejada) ou pelo relançamento do produto com uma nova roupagem.

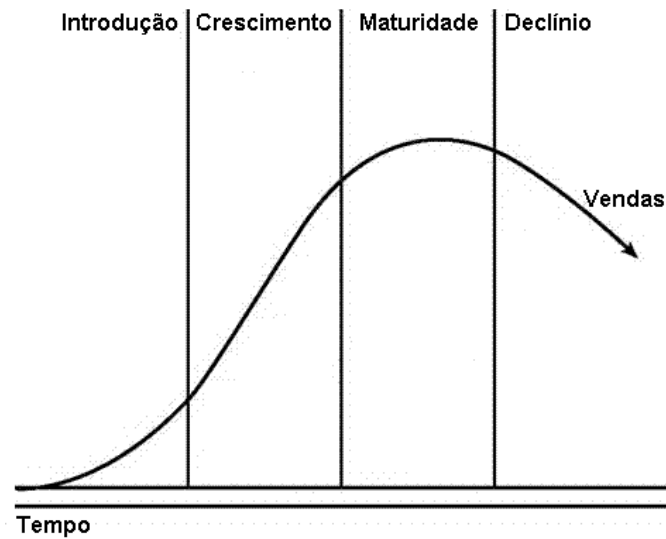


Figura 13: Evolução do número de vendas no ciclo de vida dos produtos.

Fonte: ROMEIRO FILHO (2010).

Esta é uma abordagem sob a perspectiva mercadológica do ciclo de vida do produto. Romeiro Filho (2010) cita também uma nova abordagem de ciclo de vida, sob a perspectiva ambiental (Figura 14), caracterizada por todas as etapas produtivas do produto, desde a extração de materiais necessários para sua fabricação, passando pela etapa de desenvolvimento, produção, comercialização, descarte e disposição final do produto. Esta abordagem é bastante importante, pois, associa os impactos ambientais associados a esse produto, durante seu ciclo de vida. Conforme mencionado anteriormente, as decisões mais importantes no processo de desenvolvimento de produtos devem ser tomadas na fase de planejamento do produto. É nesta fase também onde devem ser tomadas estratégias fundamentais, sob a perspectiva ambiental do produto, como os tipos de materiais a serem utilizados, como será a retirada do produto do mercado, a logística reversa e as estratégias de fim de vida de produtos, como reuso, reciclagem e remanufatura.



Figura 14: Ciclo de Vida dos Produtos sob a perspectiva ambiental.

Fonte: Carboclima Soluções Ambientais Ltda.

De acordo com Bourke (2000), o ciclo de vida de um produto compreende ainda a integração todas as etapas da existência de um produto, desde a sua concepção, definição, produção, entrega, manutenção até a sua retirada do mercado. Tal definição é enfatizada por Rozenfeld *et al.* (2006), que afirmam que o ciclo de vida de um produto corresponde à todas as etapas pelas quais um produto passa, desde a sua concepção até seu destino final.

De forma semelhante, a abordagem da gestão do ciclo de vida do produto compreende todos os processos de negócios relacionados ao produto, da sua concepção ao descarte ou retirada do mercado, e permite que as empresas controlem todas as informações do seu ciclo de vida (FONSECA & ROZENFELD, 2012).

O PLM é uma abordagem que tem suas origens na utilização da tecnologia como aliada no processo de gestão empresarial. Os Sistemas de Gestão do Ciclo de Vida de Produtos permitem uma maior integração de dados e atividades, permitindo que gerentes naveguem por um complexo conjunto de informações e documentos pertinentes ao produto, reunidas durante todo o seu ciclo de vida, armazenadas e organizadas em bases de dados e se comuniquem com todas as entidades envolvidas no projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.2.6 Benchmarking e Engenharia Reversa

Para garantir a sua competitividade no mercado, as empresas precisam sempre estar atentas nas novidades e isso envolve acompanhar de perto cada passo de seus concorrentes. Uma ideia inovadora pode fazer com que determinada empresa saia na frente na corrida pela conquista de novos mercados, mesmo que isso seja uma vantagem temporária, em relação a seus concorrentes, que devem, então, decidir se vão pelo mesmo caminho daquela empresa e lançam um produto similar, se vão além e aprimoram a ideia, agregando seu valor, ou se lançam em uma nova ideia (SLACK, et al. 2009).

O *benchmarking* é uma abordagem que compara operações correntes internas de uma empresa, com empresas - não necessariamente concorrentes - conhecidas por serem as melhores nos processos que são os objetos de estudo, a fim de se avaliar o seu próprio desempenho (PULAT, 1994 *apud* SILVA *et al.*, 2002). O *benchmarking* pode ser um poderoso aliado do PDP, na determinação do segmento de mercado que a empresa deseja atuar e na definição do conceito do produto, bem como determinação do seu processo de manufatura. Realizando um *benchmarking*, a empresa pode avaliar os produtos dos seus concorrentes sob diversas perspectivas, como, por exemplo, o design, os materiais utilizados, aspectos mercadológicos e outros; e apoiada nas técnicas de engenharia reversa, ela poderá chegar mais facilmente às especificações do seu próprio produto.

A engenharia reversa é uma metodologia de desenvolvimento, que tem por objetivo a obtenção de dados técnicos de produtos pré-existentes, através da desmontagem de suas peças, para que se possam conhecer seus componentes, subcomponentes e processo de montagem, para a fabricação de um novo produto ou componente (CUNHA, PESSÔA & LEPIKSON, 2001).

Neste processo, um produto escolhido pelo *benchmarking* é desmontado, para que seus componentes possam ser avaliados e verificados. A partir de medições e ensaios são gerados dados técnicos sobre o produto, como altura, volume, peso, mecanismos de movimentação, direção e controle, determinação da árvore de montagem do produto e seu processo de fabricação. Com estas informações, é possível construir o protótipo virtual e real do produto, para que sejam realizados os devidos testes e tomadas as medidas corretivas e de melhoria

cabíveis. Então, chega-se ao final do processo e como resultado tem-se as especificações técnicas e de fabricação do produto final.

2.2.7 Gerenciamento de Projetos

De acordo com o PMBOK (PMI, 2008), gerenciar um projeto é aplicar conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às suas atividades, a fim de se atender aos requisitos desejados. O gerenciamento de projetos é responsável por definir e integrar os seguintes processos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento do projeto.

O PMBOK (PMI, 2008) define como atividades básicas do gerenciamento de projetos:

- Identificação das necessidades;
- Estabelecimento de objetivos primários e secundários, de forma clara;
- Balanceamento dos conflitos de demandas da “tripla restrição”, entre escopo, tempo e custo;
- Adaptação das especificações, dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas, os *stakeholders*.

A principal dificuldade dos gerentes de projetos é justamente encontrar um ponto de equilíbrio para a “tripla restrição”. A alteração de alguma delas, provavelmente implicará, na alteração de outra. Um projeto de qualidade deve sempre ser entregue com escopo adequado, a um custo justo e dentro do prazo pré-estabelecido. Slack *et al.* (2009) ressaltam que, por ser um empreendimento inédito e inovador, o gerente de projetos gerencia um projeto em resposta às incertezas, pois, ele sabe onde quer chegar, mas não tem conhecimento sobre o caminho que deverá percorrer, nem as dificuldades que encontrará. Por isso, gerenciar riscos é um fator crucial para o sucesso de um projeto.

Quando se trata do gerenciamento de projetos no conceito de desenvolvimento de produtos, o tempo de desenvolvimento pode ser fundamental para o sucesso do produto em questão. De acordo com Cunha *et al.* (2001), utilizar uma estratégia de tempo no PDP, apresenta a vantagem de reduzir o tempo de resposta das empresas às necessidades do mercado, o que, em

se tratando de estratégia corporativa, é fundamental para um melhor posicionamento competitivo. Neste contexto, as metodologias ágeis para gerenciamento de projetos tornam-se fortes aliadas dos gerentes de projetos.

A proposta de desenvolvimento de produtos deste trabalho baseia-se em algumas práticas da metodologia *Scrum*. Segundo Ferreira *et al.* (2005) *Scrum* é uma metodologia de desenvolvimento ágil de projetos incremental, centrada na participação de equipes de desenvolvimento pequenas e multidisciplinares, com *loops* de *feedback*, que permitem uma eficiente comunicação e monitoramento do desempenho do projeto.

Sua principais características, de acordo com Ferreira *et al.* (2005) são:

- Participação dos clientes no processo de desenvolvimento de produtos e sua avaliação;
- Reuniões diárias entre a equipe para discutir a situação do projeto, onde cada membro da equipe diz aos demais o que fez ontem, o que está fazendo hoje, o que pretende fazer no dia seguinte e suas principais dificuldades;
- Transparência no planejamento e desenvolvimento;
- O projeto deve ser dividido em um conjunto de tarefas menores e gerenciáveis;
- As entregas são frequentes e correspondem ao resultado de uma das tarefas 100% concluída;
- Reuniões frequentes com os *stakeholders* do projeto, para monitorar o seu progresso.

A principal contribuição do *Scrum* vem a ser a forma como o *status* do projeto passa a ser frequentemente monitorado por todos os membros da equipe de desenvolvimentos, em conjunto com a participação dos clientes e alta direção, permitindo um melhor controle das atividades do processo de desenvolvimento e garantindo uma melhor confiabilidade dos seus resultados.

2.3 Modelos de Referência para o PDP

Modelos de referência são metodologias propostas por grandes especialistas da área de desenvolvimento de produtos, que tem como finalidade apresentar um modelo genérico do

PDP e todas as atividades que envolvem este complexo processo e que possam servir de referência para que as empresas desenvolvam seu próprio modelo de PDP.

Romeiro Filho *et al.* (2010) destacam que as empresas que são conhecidas por obterem os melhores resultados e tidas como referência pela adoção de boas práticas no desenvolvimento de produtos costumam implementar um processo formal para nortear o desenvolvimento de seus produtos. Romeiro Filho *et al.* (2010) e Rozenfeld *et al.* (2006) salientam a importância de se adotar um modelo de referência para o desenvolvimento dos produtos de uma empresa.

Na literatura, são encontrados diversos modelos de referência de PDP, provenientes das mais variadas áreas de pesquisa: marketing, engenharia, projeto. Entretanto, grande parte desses modelos tem como foco principal grandes empresas e multinacionais, do setor automobilístico e de alta tecnologia, que estruturalmente, são completamente diferentes das PMEs nacionais (TOLEDO & SIMÕES, 2010). Porém, os modelos de referência de PDP apresentam diversas similaridades, entre si, que são comuns a todas as empresas, independentemente do seu porte, de modo que as PMEs também podem usar estes modelos para incorporar práticas de desenvolvimento de produtos ao seu próprio modelo de desenvolvimento.

2.3.1 Modelo de ROZENFELD *et al.* (2006)

O modelo de PDP proposto por ROZENFELD *et al.* (2006), mostrado na Figura 15, é um dos mais completos entre os modelos generalistas disponíveis e tem uma abordagem integrada para gestão do ciclo de vida do produto, que, além das atividades de desenvolvimento, compreende atividades estratégicas da empresa e de observação do produto no mercado, com constante monitoramento da concorrência e acompanhamento do produto após o seu lançamento.

O modelo proposto por ROZENFELD *et al.* (2006) é dividido em três macro fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. A primeira fase é composta por todas as etapas que compreendem a formação da ideia do produto, como pesquisas de mercado, planejamento estratégico de produtos, planejamento do projeto, etc. Já a segunda é uma compilação de atividades do desenvolvimento do produto propriamente dito, ou seja, o processo de tradução da ideia em especificações técnicas do produto, bem como seu processo

de fabricação. Por fim, a terceira fase abrange as atividades de lançamento do produto no mercado, seu monitoramento e, até as estratégias que serão adotadas para se retirar este produto do mercado.

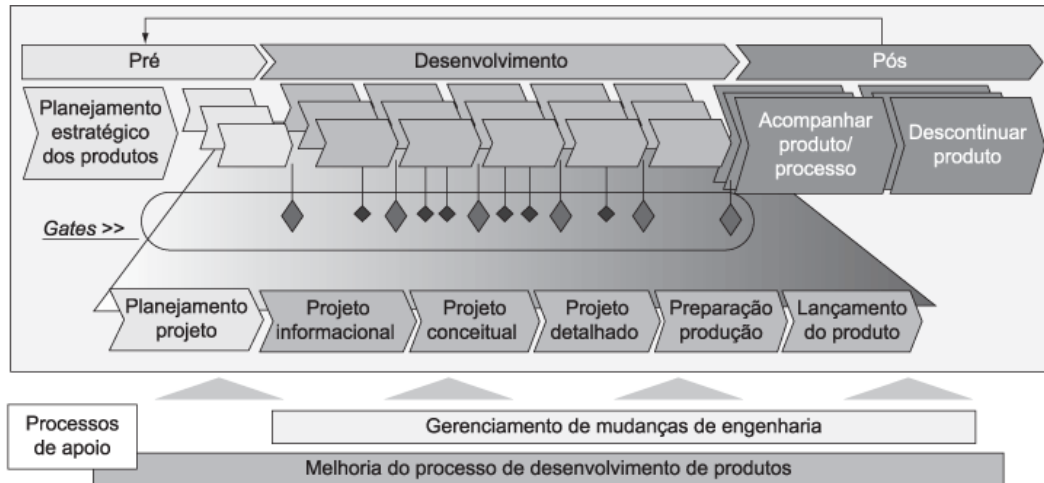


Figura 15: Modelo de desenvolvimento de produtos de ROZENFELD et al. (2006)

Fonte: ROZENFELD et al. (2006)

Estas macro fases são ainda divididas em diversas fases menores (Figura 15), que são concretizadas pela entrega de documentos (*deliverables*), que são submetidos à avaliação do time de desenvolvimento (*gate*), para que, então, o PDP passe para a etapa seguinte.

As etapas do modelo de ROZENFELD et al. (2006), bem como as atividades realizadas em cada uma destas fases será visto a seguir.

A macro fase de Pré-Desenvolvimento é composta pelo **Planejamento Estratégico de Produtos** da empresa. Esta etapa é caracterizada pela definição do portfólio de produtos da empresa, ou seja, os produtos que a empresa irá desenvolver, a data de seu lançamento e aqueles que serão cancelados. É nesta etapa também que a empresa define o público alvo de seus produtos e o seu mercado.

A transição da fase de Pré-Desenvolvimento para a fase de desenvolvimento ocorre com a realização do **Planejamento do Projeto**. Nesta etapa, são delimitados o escopo do projeto e do produto. Define-se também se o projeto é técnica e economicamente viável, o cronograma e os custos do projeto e análise dos riscos incorridos.

A etapa seguinte, o **Projeto Informacional** é a fase responsável por detalhar os resultados da fase anterior, transformando-os em especificações do projeto, a partir do estabelecimento de valores meta e da quantificação dos atributos estabelecidos na etapa anterior. Os requisitos do produto são gerados como resultado desta etapa.

O **Projeto Conceitual** é a fase que tem como objetivo dar formas geométricas ao produto. A partir da árvore funcional do produto e do desdobramento de sua função global, são definidos mecanismos de soluções para cada uma das funções do produto. Então, um arranjo esquemático das partes constituintes do produto é concebido, para que, então, ele possa ser traduzido em formas geométricas, considerando a ergonomia, o design final do produto e estratégias de fim de vida. Possíveis fornecedores e a decisão por terceirizar etapas do desenvolvimento também devem ser tomadas durante a fase de Projeto Conceitual.

Completando a macro fase de desenvolvimento, temos o **Projeto Detalhado**. Esta fase fecha o desenvolvimento de produtos definindo as medidas finais dos componentes, descrevendo os materiais que serão utilizados, bem como o planejamento dos processos de fabricação e de fabricação. O processo é concluído com a construção e os testes dos protótipos e entrega da documentação de validação e homologação do produto. Com o Projeto Detalhado concluído, inicia-se a fase de **Preparação da Produção**, caracterizada pela mobilização de recursos necessários para a produção e montagem do produto, treinamento do pessoal e produção do lote piloto.

A partir daí, o produto está pronto para ser lançado no mercado. A macro fase de Pós-Desenvolvimento vem, então, para oferecer suporte ao gerenciamento do ciclo de vida do produto. Uma das etapas atividades compreendidas por esta etapa é o **Monitoramento do Produto**. Agora, são realizadas pesquisas de satisfação do cliente, monitoria e acompanhamento do produto no mercado e no processo e foco na melhoria.

Para concluir o PDP de Rozenfeld *et al.* (2006), tem-se o processo de **Descontinuação do Produto**. Como já visto anteriormente, durante o seu ciclo de vida, todo produto tem sua fase de introdução no mercado, crescimento, maturidade, saturação e declínio. É, então, que é necessário a tomada de medidas para retirada destes produtos do mercado. Nesta fase, a

preocupação é planejamento da disposição final destes produtos, do encerramento de sua produção e os processos de logística reversa necessários para dar um fim a eles. Outra atividade bastante importante antes de se iniciar o processo é a avaliação do desempenho e o encerramento do projeto.

2.3.2 Modelo de BAXTER (2003)

O modelo de desenvolvimento de produtos proposto por Baxter (2003) tem seu foco principal nas atividades de desenvolvimento de produtos, dando maior ênfase na engenharia e design do produto. O autor aborda ainda questões do planejamento estratégico de produtos, da empresa, como identificação de oportunidades, gestão da inovação e também princípios da criatividade, no design de novos produtos.

Como pode ser visto na Figura 16, este modelo divide-se em 6 etapas, sendo elas: Identificação da oportunidade de negócios, Especificações do Projeto, Projeto Conceitual, Projeto de Configuração, Projeto Detalhado e Projeto de Fabricação.



Figura 16: Modelo de PDP proposto por BAXTER (2003).

Fonte: Adaptado de BAXTER (2003).

As principais atividades realizadas em cada uma destas etapas são:

- **Oportunidade de Negócio:** nesta etapa, são realizadas análises de mercado, a fim de se identificar o potencial consumidor e oportunidades de negócio, concorrência e possíveis alianças, de acordo com o planejamento estratégico da empresa. Aqui também acontece a seleção de oportunidades de produto e estimativa do preço de venda.
- **Especificações do Projeto:** elaboração do cronograma, análise de viabilidade e de custos, identificação e especificação dos requisitos finais do produto.

- **Projeto Conceitual:** fase caracterizada pela geração do conceito, através de análise das funções do produto e do seu ciclo de vida.
- **Projeto de Configuração:** fase em que os conceitos gerados são transformados em mecanismos e soluções para funções do produto e criação de projetos plataforma.
- **Projeto Detalhado:** determinação das características finais do produto, materiais utilizados e medidas, com maior detalhamento. Além da construção de protótipos, para testes e análises de falha.
- **Projeto de Fabricação:** determinação dos fluxogramas e processos de produção e montagem do produto. Esta etapa encerra a fase de desenvolvimento com a validação do produto final.

2.3.3 Modelo de BACK *et al.* (2008)

O modelo de desenvolvimento de produtos proposto por Back *et al.* (2008) é dividido em três macro fases: Planejamento, Elaboração do Projeto do Produto e Implementação do Lote Inicial. Os autores baseiam-se na abordagem da Engenharia Simultânea e principalmente nas práticas de gestão de projetos, para criar um modelo de PDP integrado, composto por oito fases, onde o resultado de cada uma delas é submetido à avaliação da equipe, para que o projeto possa seguir em frente. O modelo de Back *et al.* (2008) é mostrado na Figura 17.

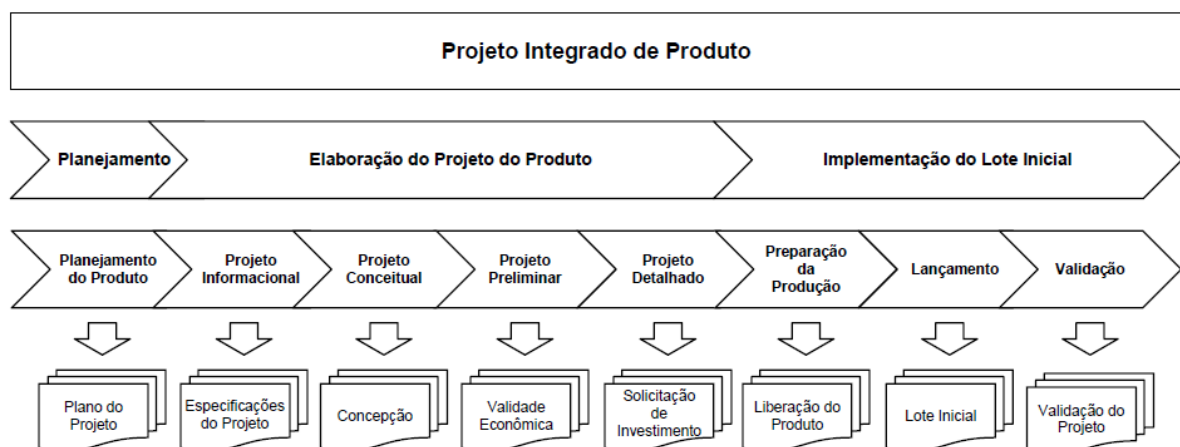


Figura 17: Modelo de PDP proposto por BACK *et al.* (2008).

Fonte: BACK *et al.* (2008)

O projeto inicia-se com a fase de **Planejamento do Projeto**. Nesta fase, o escopo do projeto é definido e delimitado, contendo a justificativa para o projeto, seus objetivos, sua avaliação de

riscos, bem como as características gerais e ideias do produto. Com a avaliação e aprovação do Plano de Projeto, tem-se o fim da fase de Planejamento, dando-se início à macro fase de Elaboração do Projeto do Produto.

A próxima etapa é definir as especificações do projeto do produto, considerando fatores funcionais, de segurança, ergonomia, modularidade e legais. A partir de pesquisas e estudos de mercado, são identificadas as necessidades dos clientes, para que, então, os requisitos do projeto possam ser elaborados, resultando em valores meta. A esta fase, dá-se o nome de **Projeto Informacional**. Ela termina com a avaliação econômica e financeira do projeto.

Na fase de **Projeto Conceitual**, é definida a estrutura funcional do produto, a partir de sua função global, isto é, aquela função que remete à razão de existir do produto. São propostos mecanismos e soluções para atender às especificações e requisitos dos clientes, bem como os valores meta do projeto, em termos funcionais.

No **Projeto Preliminar**, é determinado o *layout* final do produto. Nesta fase, o produto passa a ser desenvolvido com o objetivo de se definirem os seus requisitos geométricos. Outra atividade principal desta fase é determinar os processos de fabricação do produto, abordando questões importantes, como, por exemplo, a posição de seus componentes, material utilizado, segurança, ergonomia e plano de montagem. A partir das informações coletadas nesta fase e nas anteriores, o protótipo do produto é construído e preliminarmente testado, a fim de se detectarem falhas e oportunidades de melhoria. Por fim, o projeto é avaliado sobre o ponto de vista econômico, para comprovar sua viabilidade e conformidade com o planejamento estratégico da empresa.

O **Projeto Detalhado** visa estudar e detectar possíveis ajustes finais no produto. Para isso, o protótipo é novamente testado, só que desta vez, de maneira mais rigorosa. Desta forma, o protótipo é construído, testado e otimizado, como reza o ciclo PDCA, até que se chegue a uma solução ótima. Ao final desta fase, o projeto do produto é submetido à avaliação da alta direção, juntamente com a solicitação de investimento.

Inicia-se, então, uma nova macro fase no processo de desenvolvimento, caracterizado pela produção do produto propriamente dita, seu lançamento e sua validação. A primeira etapa é a

Preparação para Produção. Aqui, os esforços são concentrados em mobilizar todos os recursos (pessoas, materiais, ferramentas e máquinas) necessários para a produção do lote piloto do produto. O primeiro lote é produzido e, então, submetido a testes para verificar a conformidade do produto, para sua homologação.

A seguir, inicia-se a fase de **Lançamento do Produto**. Esta fase é iniciada com a produção do lote inicial, que atenderá as primeiras solicitações de compra dos clientes. O lançamento do produto acontece, com a apresentação e divulgação do produto para os clientes e veículos de mídia. A seguir, o departamento de *marketing* monitora estes produtos do lote inicial comercializados, a fim de verificar a satisfação dos clientes e encontrar falhas que passaram despercebidas durante os testes.

A **Validação do Produto** é determinada através das pesquisas de satisfação do produto, monitoramento do seu desempenho e questões de segurança na sua utilização, juntamente com o cliente.

2.3.4 Modelo de WHEELWRIGHT & CLARK (1992)

O modelo de desenvolvimento de produtos proposto por WHEELWRIGHT & CLARK (1992) é composto por seis elementos básicos, como mostra a Figura 18.

Segundo este modelo, a primeira etapa, **Definição do Projeto**, compreende as atividades de determinação do escopo do projeto de desenvolvimento, sua delimitação e seus objetivos. Ainda fazem parte desta etapa a determinação do conceito inicial, a definição e delimitação do esforço do projeto e a obtenção e entradas preliminares internas e externas.

A segunda etapa, **Organização e Designação de Pessoal para o Projeto**, é responsável pela definição das pessoas que serão alocadas ao projeto, as funções de cada uma delas e como elas se organizarão, entre si, ou seja a formação da equipe de desenvolvimento. A contratação de pessoal, bem como o treinamento e preparo das pessoas envolvidas no projeto também fazem parte da etapa dois.

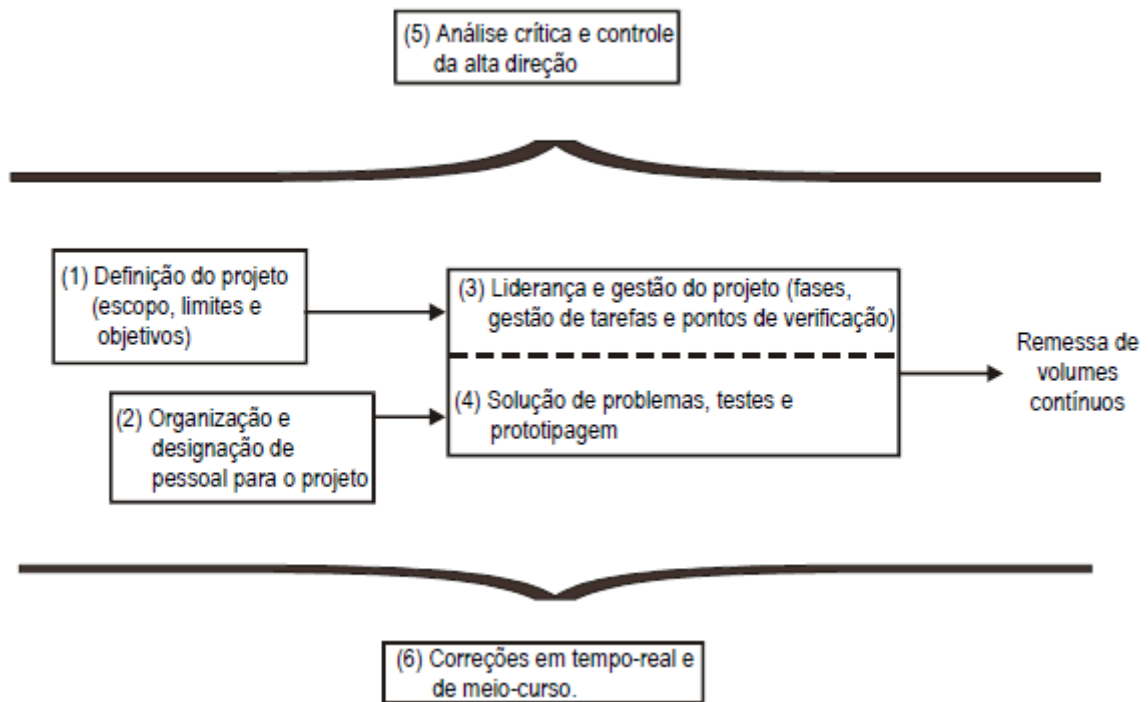


Figura 18: Modelo de PDP proposto por WHEELWRIGHT & CLARK (1992).

Fonte: WHEELWRIGHT & CLARK (1992)

Em seguida, a terceira etapa, **Liderança e Gestão do Projeto**, trata da natureza e papel dos coordenadores e líderes do projeto. Compreende ainda a maneira como as tarefas serão divididas entre a equipe e como será o gerenciamento do projeto em todas as fases.

A quarta etapa é a de **Solução de Problemas, Teste e Prototipagem**, que diz respeito à forma como serão desenvolvidas, as soluções para o problema, focando-se no nas fases individuais do trabalho e como elas serão conduzidas. Testes e prototipagem servem para avaliar e validar o progresso do trabalho, bem como para confirmar que as escolhas se adequam às diretrizes estabelecidas.

A quinta atividade, **Análise crítica e Controle da Alta Direção**, é caracterizada pela participação da alta direção da empresa, que, através, de uma análise crítica para avaliar o projeto e verificar se são necessárias correções ou modificações, para que o projeto se enquadre nos interesses da organização.

Por fim, a sexta atividade, **Correções em Tempo Real e de Meio-Curso**, está associada à análise do projeto do produto, a fim de se diminuir e eliminar ambiguidades e incertezas relacionadas ao desenvolvimento do produto e do processo.

2.3.5 Modelo de PAHL & BEITZ (1996)

O modelo de PDP proposto por PAHL & BEITZ (1996) é um dos mais conhecidos e citados em trabalhos científicos, tomado como referência por muitos autores, na elaboração de modelos posteriores a ele. Este modelo apresenta uma estrutura sequencial interativa (Anexo B), com mecanismos de retroalimentação, para o desenvolvimento sistemático de produtos.

A primeira fase do modelo é chamada pelos autores de **Especificação do Projeto** (*Design Specification*). Nesta etapa, há a preocupação de se fazer um monitoramento do mercado, concorrência e identificação de produtos similares. Ao mesmo tempo, a atenção volta-se para o cliente e suas necessidades. O objetivo é fazer uma análise detalhada da proposta de desenvolvimento e gerar as especificações do produto.

A segunda etapa, conhecida como **Concepção** ou **Projeto Conceitual**, é responsável pelo estabelecimento de estruturas de funções e busca por soluções e mecanismos de funcionamento para os problemas essenciais, a partir das especificações do produto. Estabelecer combinações entre estes mecanismos e selecionar aquela combinação que atende da melhor maneira possível, segundo critérios técnicos e econômicos do projeto, a função global do produto, também são cuidadosamente tratados por PAHL & BEITZ (1996).

A seguir, acontece a fase de **Projeto Preliminar**. Nesta fase, o produto é submetido a critérios técnicos e econômicos, a fim de se definirem as funções finais do produto, bem como os materiais e tecnologias incorporadas na sua fabricação e, por fim, o produto é dimensionado e ganha formas geométricas. De acordo com os autores, este é o *layout* preliminar.

A etapa final, denominada **Projeto Detalhado**, visa detalhar as características e atributos do produto, a partir dos resultados do Projeto Preliminar. São definidos os detalhes finais de geometria e de materiais e acabamento. Aqui também é estabelecido o processo de fabricação

e montagem do produto e o processo é encerrado com a entrega de toda a documentação do projeto: modelos, especificações, validação, roteiro de manufatura, manuais e etc.

A preocupação maior do modelo de PAHL & BEITZ (1996) fica restrita a problemas de projeto e engenharia do PDP, a partir da geração de ideias até as especificações necessárias para a produção, sem se aprofundar em questões de acompanhamento do produto pós-lançamento.

2.4 Modelos de Maturidade do PDP

ROZENFELD *et al.* (2006) define maturidade do processo como um indicador do quanto a empresa aplica as melhores práticas de desenvolvimento de produtos e que, por consequência, resultam em um melhor desempenho do processo como um todo. O nível de maturidade de uma empresa determina o grau de sofisticação, estabilidade e utilização de práticas, técnicas e procedimentos padrões aplicados por ela, no seu dia-a-dia (JUCÁ JR & AMARAL, 2005).

2.4.1 CMMI (Capability Maturity Model Integration)

São vários os modelos de maturidade propostos para se melhorar os vários tipos de processos. CRISTOFARI JR (2008) cita em sua tese alguns deles, como, por exemplo as versões adaptadas do CMMI, CMMI ACQ (para aquisição de softwares), CMMI IPPD (desenvolvimento integrado de produtos), CMMI People (gestão de pessoas), CMMI SW (para desenvolvimento de software), CMMI SE (engenharia de sistemas) e, por fim, o modelo de ROZENFELD *et al.* (2006).

O modelo CMMI possui uma estrutura bastante complexa, onde os processos de uma empresa são divididos em 25 áreas, que são agrupadas em quatro categorias: a) Gerenciamento de Processo; b) Gerenciamento de Projeto; c) Engenharia e; d) Suporte. Segundo CRISTOFARI JR (2008), o CMMI divide-se em duas versões, para determinar o nível de maturidade da organização:

- A. **Versão por Estágios** - utiliza cinco níveis de maturidade de processo: (i) inicial, (ii) repetitivo, (iii) definido, (iv) gerenciado quantitativamente e (v) otimizado. A

aplicação desta versão do CMMI foca o desenvolvimento do processo como um todo e é indicada para empresas que desejam avaliar seu processo de forma global. Esta versão divide as 25 áreas do processo entre os cinco níveis de maturidade. Os níveis de maturidade são determinados através de objetivos e práticas realizadas atribuídas às áreas relacionadas a um determinado nível. A CMMI é focada na certificação, deste modo, é possível conhecer todos os pontos fortes e fracos no processo de uma determinada empresa, de acordo com o seu nível de certificação: nível 1, 2, 3, 4 e 5.

- B. **Versão Contínua** – utiliza seis níveis de maturidade do processo: (0) incompleto, (1) executado, (2) repetitivo, (3) definido, (4) gerenciado quantitativamente, (5) otimizado. Esta versão agrupa em cinco categorias, as áreas do processo. O nível de maturidade pela realização dos objetivos e práticas, internamente a essas áreas. A versão contínua oferece maior flexibilidade para a empresa, uma vez que o processo de melhoria é incremental e ela pode escolher quais áreas de processo, de acordo com seus interesses e objetivos estratégicos.

2.4.2 Modelo de Maturidade proposto por ROZENFELD *et al.* (2006)

O modelo de maturidade de PDP proposto por ROZENFELD *et al.* (2006) descreve o nível de maturidade de PDP de acordo com três dimensões: as áreas de processo, os níveis de maturidade e etapas do processo de desenvolvimento do produto. O modelo proposto está organizado de acordo com quatro áreas do conhecimento. São elas: (1) Engenharia do Produto, (2) Marketing e Qualidade, (3) Engenharia de Processo e (4) Gestão de Projetos e Custo. Para cada uma das fases (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento) do modelo de PDP proposto por ROZENFELD *et al.* (2006), os níveis de maturidade são de responsabilidade das áreas do conhecimento. Assim sendo, é possível avaliar o grau de implantação do modelo referencial proposto pelos autores, de acordo a determinação de quais atividades a empresa aplica. O modelo de maturidade do PDP proposto por ROZENFELD *et al.* (2006) encontra-se disponível no Anexo A.

Os autores classificam o grau de implantação do modelo referencial em cinco níveis de maturidade, conforme o Quadro 2.

Níveis de Maturidade		Classificação
Básico		São realizadas apenas algumas atividades essenciais do PDP.
Intermediário		Utilização de ferramentas consagradas de desenvolvimento de produtos; padronização das atividades do PDP e previsibilidade de seus resultados.
Avançado	Mensurável	Criação de indicadores para medir o desempenho das atividades e a qualidades de seus resultados.
	Controlado	Controle de todas as atividades padronizadas com base em seus indicadores e ações corretivas integradas para corrigir atividades com desvios em seus indicadores.
	Melhoria Contínua	Incorporação de atividades de melhoria contínua do PDP ao próprio processo.

Quadro 2: Níveis de maturidade do PDP

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006)

Este modelo de maturidade permite a visualização das atividades do PDP, que estão sendo realizadas pela empresa e quais não estão, através das áreas de conhecimento. Deste modo, é possível melhorar o processo de desenvolvimento de produtos, através do modelo referencial, percebendo quais práticas devem ser realizadas em cada etapa (CRISTOFARI JR, 2008).

2.5 Desenvolvimento Orientado por Modelos

Bastante difundido e utilizado no desenvolvimento de Software, o conceito de orientação por modelos parte do princípio de que pode-se estabelecer o modelo de um sistema, para, então, transformá-lo em uma coisa real (MELLOR, CLARK & FUTAGAMI, 2003).

SMITH (1990) destaca que grandes empresas, conhecidas por lançar rapidamente seus produtos no mercado, devem seu sucesso mais ao fato de construir e testar seus modelos e protótipos insistentemente, do que ao cuidadoso planejamento e análise. Estas empresas usam modelos para testar, identificar e compreender os pontos críticos de seus produtos, antes que estes sejam lançados no mercado, reduzindo assim, os riscos do projeto (SELIC, 2003).

Um modelo também pode ser referido como um protótipo. Neste caso, orientação por modelos, também pode ser referida como prototipação. Porém, quando se fala em protótipo, o termo está muito associado a uma representação física de uma determinada ideia ou solução. Ao passo que, quando a palavra modelo é mencionada, logo se vem à cabeça a ideia de uma representação computacional.

Para FORTI (2005) modelos tridimensionais são utilizados com o intuito de se analisar as diversas características do produto projetado. A mesma autora diz ainda que existem dois tipos de modelos 3D: os não funcionais e os funcionais. Os primeiros são maquetes e *mock-ups*. Ao passo que o segundo são os protótipos e sua função é permitir que se descubram possíveis erros que não foram previstos durante o projeto.

De acordo com NETTO (2001) e NETTO (2002), as principais vantagens do uso de protótipos virtuais e, sobretudo, modelos são:

- **Redução de tempo:** diz respeito à rapidez com que a empresa consegue dar respostas às necessidades dos consumidores. Diminuir o tempo de resposta, entre a captação das necessidades do mercado e lançamento do produto, além de diminuir os custos de desenvolvimento, representa uma importante vantagem competitiva.
- **Redução de custos:** a construção de modelos reduzem os custos de materiais, produção e pessoas necessários para se construir e testar os maquetes e protótipos físicos.
- **Melhoria da qualidade:** a utilização de modelos permite que sejam previstos erros nas etapas iniciais do projeto, quando ainda é fácil realizar alterações, a um baixo custo.
- **Otimização de recursos:** desenvolver um produto orientado por modelos permite que sejam encontradas, de maneira mais fácil, oportunidades de melhoria e otimização do produto, a partir de alterações de *layout* e funcionais, de modo que se reduzam custos com materiais, durante sua produção.

É importante enfatizar que os modelos ainda não substituem os protótipos e as representações reais, embora sejam utilizados para avaliar as características de um determinado produto e

diminuir a quantidade de protótipos físicos. Algumas características e falhas que só aparecem com o uso do produto real, ainda são impossíveis de serem detectadas computacionalmente (FORTI, 2005).

DIXON (1991), citado por BACK (*et al.*, 2008), afirma que o uso máximo de tecnologias computacionais, como CAD, modelagem sólida e de montagem está entre as melhores práticas de desenvolvimento de produtos e devem ser amplamente utilizadas pelas organizações. Conforme foi mencionado anteriormente, a utilização destas tecnologias para a construção de modelos e protótipos virtuais, podem promover uma redução de custos e tempo de desenvolvimento, melhoria da qualidade e otimização de recursos.

3 DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO POR MODELOS

3.1 Análise Comparativa dos Modelos de Referência

A análise comparativa dos modelos de referência tem como principal objetivo a comparação entre os modelos estudados, ressaltando a contribuição de cada um nas metodologias atuais para gestão do PDP e também o seu grau de sofisticação e incorporação de abordagens modernas, com foco na integração do processo.

Para comparar os modelos de referência estudados, foi necessária a determinação de algumas variáveis, denominadas Itens de verificação do modelo, que abordam etapas do processo integrado de desenvolvimento de produtos, durante todo o ciclo de vida do produto, bem como a utilização das principais práticas modernas de gestão do PDP.

Objetivando facilitar a interpretação dos dados analisados, o Quadro 3 foi elaborado. Este quadro destaca cada um dos modelos estudados e a presença das etapas e práticas determinadas na abordagem de cada um destes modelos. Os itens de verificação foram definidos de acordo com vários critérios, que serão vistos a seguir.

Pensando na contribuição para o planejamento do produto e projeto, foram definidos os seguintes itens:

- Identificação das oportunidades de negócio.
- Análise de mercado;
- Análise de viabilidade econômico-financeira.

Para se definir o posicionamento do modelo perante ao design e estratégias de fim de vida do produto, os itens de:

- Projeto focado na modularidade dos seus componentes
- Design voltado para a remanufatura, reciclagem e reuso.

No que diz respeito às novas abordagens do desenvolvimento integrado de produtos, foram pensados os seguintes itens:

- Abordagem de Engenharia Simultânea;
- Abordagem do *Stage-gates*;
- Abordagem PLM;

Quanto à estrutura do modelo, em si, e suas principais atividades, outros três itens foram definidos:

- Definição das entradas do processo;
- Definição das especificações do produto;
- Definição das saídas do processo;

Já em relação a produção e montagem do produto e abordagem pós seu desenvolvimento, os seguintes itens foram definidos:

- Definição do plano de produção e montagem;
- Produção do lote piloto;
- Plano de distribuição dos produtos;
- Monitoramento pós-venda;
- Reavaliação do projeto.

Nota-se no Quadro 3, a evolução da robustez dos modelos de referência, ao longo dos anos. É importante ressaltar ainda a importância que alguns destes modelos tiveram, na incorporação de novas práticas à gestão do PDP, como é o caso do modelo de PAHL & BEITZ (1996), fornecendo a base das etapas do modelo de integração das atividades e COOPER (2001), que, apesar de não analisado, foi citado anteriormente, durante o trabalho, e sua contribuição no emprego da abordagem *stage-gates*.

Porém, estes modelos mais antigos não fornecem uma visão do PDP, como um modelo de negócio para a empresa, com foco tanto nos produtos, quanto nos serviços associados a ele, como a distribuição, monitoramento do produto pós-lançamento, pesquisa de satisfação, etc. Estas práticas só passam a ser vistas em modelos mais modernos, como é o caso do modelo de ROZENFELD *et al.* (2006) e BACK *et al.* (2008).

Item	Itens de Verificação do Modelo	WHEELWRIGHT & CLARCK (1992)	PAHL & BEITZ (1996)	BAXTER (2003)	BACK <i>et al.</i> (2008)	ROZENFELD <i>et al.</i> (2006)
1	Identificação das oportunidades de negócio		X	X	X	
2	Análise de Mercado	X	X	X		X
3	Análise de Viabilidade econômico-financeira	X	X	X	X	X
4	Projeto focado na modularidade dos seus componentes			X	X	X
5	Design voltado para reciclagem, remanufatura e reuso					X
6	Abordagem da Engenharia Simultânea	X		X		X
7	Abordagem do <i>Stage-Gates</i>	X	X		X	X
8	Abordagem do PLM					X
9	Definição das entradas do processo	X	X		X	X
10	Definições das saídas do processo	X	X		X	X
11	Definição das especificações do produto		X	X	X	X

Quadro 3: Itens de verificação para análise dos modelos de referência

Item	Itens de Verificação do Modelo	WHEELWRIGHT & CLARCK (1992)	PAHL & BEITZ (1996)	BAXTER (2003)	BACK <i>et al.</i> (2008)	ROZENFELD <i>et al.</i> (2006)
12	Definição do plano de produção e montagem		X	X	X	X
13	Produção do lote piloto		X		X	X
14	Plano de distribuição dos produtos				X	X
15	Monitoramento pós-venda					X
16	Reavaliação do projeto	X			X	X

Quadro 4: Itens de verificação para análise dos modelos de referência (Continuação)

A partir da análise dos modelos de referência estudados e suas evoluções, pode-se concluir que, com o passar do tempo, novas atividades fundamentais passam a ser incorporadas à gestão do PDP, à medida que este processo se torna cada vez mais importante e vital para a estratégia de negócio e diferencial competitivo de uma organização.

3.2 Proposta do Desenvolvimento Orientado por Modelos

A proposta de desenvolvimento orientado por modelos que será apresentada pode ser visualizada em termos de suas macro fases e principais resultados (Figura 19). As macro fases são compostas por uma série de atividades que podem ser divididas, de acordo com sua natureza ou fase de maturidade em que se encontra o desenvolvimento do produto.

A primeira fase corresponde à Identificação das Oportunidades. Nela, o foco está em identificar possíveis oportunidades de negócio, ou seja, a partir de uma carência ou demanda mercadológica, definir onde será investido todo o esforço da empresa, na tentativa de se suprir esta necessidade e, com isso, obter um retorno financeiro. Como resultado desta fase, obtém-se a ideia do produto que será planejado e projetado nas fases seguintes.

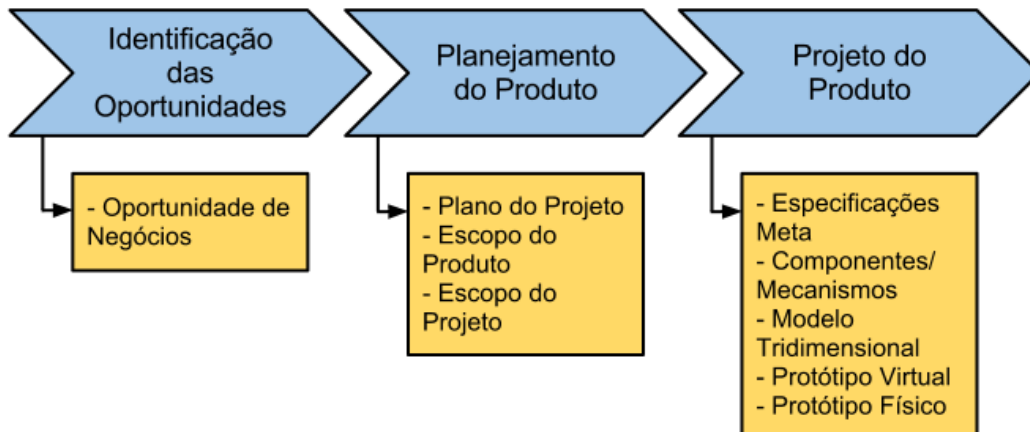


Figura 19: Macro fases e resultados da proposta

A seguir, na macro fase do Planejamento do Produto, como o próprio nome já diz, corresponde ao planejamento do produto e do projeto que será desenvolvido. A partir de técnicas e ferramentas do gerenciamento de projetos, busca-se definir o que será produzido, assim como, definir a divisão do trabalho, quais recursos devem ser mobilizados e análise do projeto quanto à sua viabilidade. Ao final desta fase, o plano de projeto é gerado. Este plano deverá conter o cronograma das atividades, o escopo do produto e do projeto, bem como outras informações relevantes para o projeto como um todo.

O Projeto do Produto corresponde à fase do desenvolvimento em que os requisitos do projeto e do produto são identificados e traduzidos para linguagem de engenharia. Estes dados são compilados juntamente com os dados provenientes da análise dos modelos preliminares e, então, transformados em modelos tridimensionais e protótipos virtuais que serão testados e otimizados, para que se possa partir para a prototipação física.

Os detalhes do desenvolvimento em cada uma destas fases, assim como as atividades que as compõem serão descritas e detalhadas nos próximos itens.

3.2.1 Identificação das Oportunidades de Negócio

O primeiro passo para se lançar em um empreendimento é, sem dúvidas, a identificação de uma oportunidade. Com o desenvolvimento de um produto não é diferente – lembrando que

desenvolver um produto também é um empreendimento, uma vez, que trata-se de um esforço inédito para a empresa em questão, a fim de se realizar a construção de um novo produto. De acordo com o Guia do Empreendedor (SEBRAE, 2006), uma oportunidade de negócio vai muito além de uma simples ideia de negócio. Essa ideia só se torna uma oportunidade, a partir do momento em que a sua finalidade vai de encontro a uma necessidade do mercado. Ou seja, uma oportunidade nada mais é do que a junção de uma boa ideia com uma condição favorável para que ela seja implantada com sucesso.

Neste contexto, pode-se dizer que desenvolver um produto não significa apenas definir o que será produzido, mas também para quem e se este produto é realmente necessário. Deste modo, o modelo de gerenciamento do PDP proposto por este trabalho não poderia iniciar de outra forma, se não pela atividade de identificação das oportunidades de negócios.

Inicia-se, então, a identificação de uma oportunidade de negócios, a partir da geração de ideias, para, depois, selecionar aquelas que têm potencial mercadológico e grandes chances de sucesso. SLACK *et al.* (2009) citam que as ideias para novos conceitos de produtos podem vir tanto de fontes internas como funcionários ou o próprio departamento de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), quanto de fontes externas, como os próprios consumidores e a concorrência. A identificação das oportunidades de negócio a partir das variadas fontes é melhor detalhada pelo Apêndice A.

Como mencionado anteriormente, nesta seção, ideia é diferente de oportunidade. Oportunidade é a concepção de uma ideia, sendo que esta ideia precisa de uma ocasião favorável para ser colocada em prática. Basicamente, o que transforma uma ideia em uma oportunidade é saber que existem potenciais clientes dispostos a comprá-la. Porém, identificar estas condições não é uma tarefa fácil. É preciso compreender as tendências do mercado, situações econômicas, políticas e sociais atuais, além de conhecer bem o público-alvo que a ideia almeja atingir e também seus clientes. Por isso, é tão importante que seja realizado um Planejamento Estratégico de Produtos e que esta prática esteja inserida no Planejamento Estratégico geral da organização.

Para que uma ideia seja efetivamente definida como uma oportunidade de negócio e que seja dada continuidade ao seu processo de desenvolvimento, é preciso que as seguintes questões sejam respondidas:

- a. Esta ideia é comercialmente viável?
- b. É possível transformar esta ideia em um bem de consumo material tangível e que possa ser produzido em uma linha de produção em escala e padronizada?
- c. É de interesse da empresa levar esta ideia à frente e realizar todo o esforço necessário para realizá-la?
- d. O mercado tem uma demanda por esta ideia, de modo que existam potenciais consumidores dispostos a comprá-la?

Se a resposta para estas quatro perguntas for um “sim”, esta ideia pode ser considerada uma oportunidade de negócio e, então, poderá ser levada adiante para que seja analisada e desenvolvida minuciosamente, para que, por ventura, possa se tornar um produto. Uma vez identificada a oportunidade de negócio, pode-se dar início a fase seguinte do ciclo de desenvolvimento do produto proposto: o Planejamento do Produto e do Projeto.

3.2.2 Planejamento do Produto e do Projeto

Não se pode dizer que a fase de planejamento do produto e do projeto seja a mais importante. Porém, cabe lembrar que esta é a etapa mais complicada do processo de desenvolvimento de produtos, pois, nesta fase inicial o produto ainda não passa de uma ideia que necessita ser desenvolvida e amadurecida. No planejamento do produto, a quantidade de incertezas é muito grande, então, pode-se dizer que este estágio merece uma atenção especial, devido aos grandes riscos de insucessos no projeto como um todo, a partir das decisões tomadas nesta etapa.

Por se tratar de um manual e ter intenções de ser um material de natureza aplicável, este trabalho abordará nesta fase do projeto de produtos, apenas os pontos e práticas que seu autor julgam essenciais e primordiais para qualquer empresa que deseja iniciar um processo de reestruturação e formalização do seu PDP, a partir de um modelo genérico. Porém, vale destacar que é muito importante que o Gerente de Projetos - ou a pessoa que conduzirá a

equipe de desenvolvimento durante a fase de planejamento – tenha sólidos conhecimentos em gerenciamento de projetos. Até mesmo para que possa incrementar seu próprio PDP com práticas e metodologias que julgue fundamentais, para adaptar seu processo de acordo com a realidade da sua empresa.

Para orientar a fase de planejamento foi elaborado um modelo de documento, inserido no Apêndice B. Este documento representa o resultado da fase de planejamento e é conhecido como Plano do Projeto. Para que esta etapa do processo de desenvolvimento de produtos tenha seu fim, é necessário que todos os campos constantes neste documento sejam devidamente preenchidos.

3.2.2.1 Objetivo e Justificativa

Todo projeto deve obrigatoriamente ser iniciado pela definição clara e objetiva do seu objetivo e sua justificativa. Lembrando que, ao concluir a fase de “Identificação das Oportunidades de Negócios”, que dá início à metodologia proposta por este trabalho, já deve se ter claro qual o objetivo do projeto e qual a sua justificativa. O objetivo é uma descrição clara do produto que se quer produzir e a justificativa será caracterizada pela necessidade mercadológica do produto; isto é, a oportunidade da empresa se inserir em um segmento do mercado, suprimindo uma eventual carência e que, por ventura, traga um retorno financeiro do investimento a ela (Figura 20).

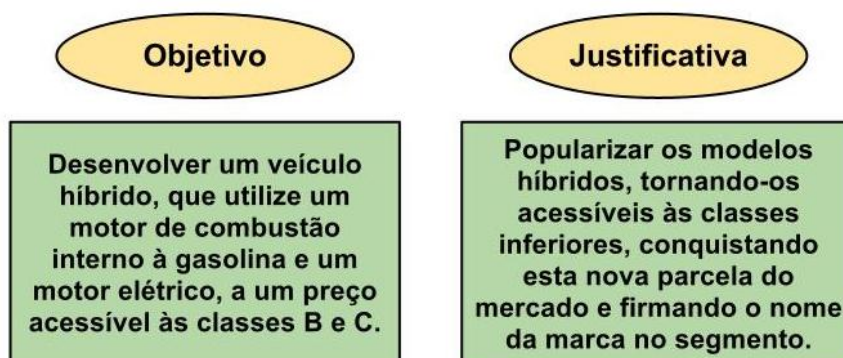


Figura 20: Exemplo de objetivo e justificativa para um projeto de produto

3.2.2.2 Definição das Metas e Entregas do Projeto

Uma vez definidos, o objetivo e a justificativa, será necessário, então, “quebrar” este objetivo em metas gerenciáveis. No conceito ao qual deseja-se chegar aqui, meta pode ser definida como a divisão do resultado final em uma série de resultados parciais ou os passos até que se chegue ao real objetivo. A definição concreta das metas é fundamental para possam ser definidas as entregas ou os resultados do projeto. Estas metas podem ser definidas de acordo com as fases pelas quais o projeto passará ou o gerente poderá adotar outro critério para definição dos resultados parciais.

A definição das metas do projeto será de fundamental importância no decorrer do projeto, principalmente na formulação do cronograma, e voltará a ser abordada nos próximos itens.

3.2.2.3 Definição do Escopo do Projeto

O escopo do projeto terá a função de fornecer aos interessados um mapa de todas as atividades que serão realizadas no decorrer do projeto, para que se chegue a determinado objetivo. Este item servirá para descrever todas as atividades que serão realizadas no decorrer do projeto. A declaração detalhada do escopo do projeto servirá de base para as decisões futuras.

O escopo do projeto poderá ser definido a partir do WBS (*Work Breakdown Structure ou EAP – Estrutura Analítica do Projeto*). A criação da EAP é a subdivisão dos principais produtos do projeto e do trabalho do projeto em componentes menores. A elaboração da EAP é detalhada pelo Apêndice C.

3.2.2.4 Definição do Escopo Produto

A definição do escopo do produto servirá como base para a especificação dos requisitos na fase seguinte do projeto. Ela deverá conter o maior número de informações a respeito do produto, com o maior grau de detalhamento possível (Figura 21). Estas informações envolvem todas as especificações técnicas que descrevem as funcionalidades e características relevantes do produto. A definição do escopo do produto pode, inclusive, ser utilizada para

que um contrato entre cliente e empresa seja firmado, descrevendo todas as especificações exigidas para a entrega do produto.



Figura 21: Exemplo de escopo do produto para um sofá

A partir deste momento, a ideia do produto começa a se amadurecer, com a definição de todas as suas funcionalidades e já é possível – embora ainda não seja necessário – pensar em soluções ou mecanismos capazes de prover estas funções.

3.2.2.5 Definição da Equipe de Projeto

A definição da equipe de desenvolvimento dependerá bastante da estrutura organizacional da empresa, bem como da autoridade que a pessoa responsável por coordenar o projeto tem. No item que aborda os fundamentos da Engenharia Simultânea, da seção 2.2, é citada, por exemplo, a estrutura matricial forte. Uma estrutura híbrida entre uma estrutura funcional e uma orientada por projetos, onde um gerente de projetos tem autonomia e mais poderes de decisão do que um gerente funcional. É interessante que a equipe de projetos seja a mais multifuncional possível, de acordo com os princípios da Engenharia Simultânea.

Além de definir quem serão os participantes do projeto, é necessário definir também quais as responsabilidades e obrigações de cada um. Para isso, é necessário olhar novamente para a EAP do projeto e considerar as habilidades pessoais de cada um dos membros da equipe. A partir daí, pode-se designar tarefas, responsabilidades sobre os próprios pacotes de trabalho definidos a cada um.

3.2.2.6 Cronograma

Preparar o cronograma significa dizer que o gerente de projetos definirá uma programação, determinando datas para início e fim das atividades, bem como o sequenciamento e paralelismo existente entre elas. A elaboração do cronograma envolve ainda um minucioso planejamento dos recursos humanos e materiais envolvidos com o projeto.

Devido a facilidade no controle das informações e alterações, é interessante que se use um *software* de gerenciamento de projetos para realizar esta atividade. Recomenda-se, então, o software livre *OpenProj*. Ele é um sistema de código aberto e pode ser baixado gratuitamente na Internet em sua página oficial (<http://openproj.org/openproj>). O *OpenProj* possui uma série de recursos para gestão de projetos, tais como Gráfico de Gant, gráfico PERT, gráfico de EAP, etc.

Uma proposta de procedimentos para elaboração do cronograma é apresentado pelo Apêndice D, incluindo métodos para se determinar o sequenciamento existente entre as atividades e as estimativas de prazo para conclusão de cada uma delas. O resultado desta atividade implicará na elaboração do cronograma.

Basicamente, os itens de um cronograma são: o nome da tarefa, a duração, a data de início, a data de fim e os recursos humanos e materiais utilizados por aquela tarefa. Todas estas informações já foram definidas nas etapas anteriores. Agora, o próximo passo é alimentar o *software* de gerenciamento de projetos com estas informações. Os marcos do projeto também deverão ser identificados no cronograma, assim como, todas as suas entregas.

O próprio sistema computacional deverá gerar o Diagrama de Gantt do projeto. Este diagrama é caracterizado pela forma de um mapa, onde todas as informações sobre o andamento do projeto, tais como tarefas concluídas e tarefas a serem realizadas são disponibilizadas. O cronograma será a principal ferramenta de controle e acompanhamento no processo do desenvolvimento do produto e ele deverá ser constantemente atualizado, no decorrer do projeto.

3.2.2.7 Análise de Viabilidade Econômico-Financeira

Investimento pode ser definido como todo gasto com bem ou serviço ativado em sua vida útil ou benefícios atribuídos a períodos futuros (CREPALDI, 1998). Todo investimento envolve riscos, uma vez que investe-se tempo, dinheiro, mão de obra, conhecimentos e etc. e nem sempre seu lucro ou rentabilidade podem ser garantidos. Quanto maiores, os retornos esperados sobre o capital investido, maiores devem ser os cuidados com os riscos incorridos. (ROSS *et al.*, 2002).

Segundo RAFAEL (2006), Análise Financeira é um tipo de análise que busca evidenciar o fluxo de caixa do projeto em termos quantitativos (custos ou despesas e receitas ou faturamentos), visando à tomada de decisão no que diz respeito à rentabilidade do investimento em toda a sua vida útil.

Para auxiliar na tomada de decisões de empresários e investidores, no que diz respeito à rentabilidade ou viabilidade de um projeto, podemos determinar uma série de indicadores financeiros:

- a. Valor Presente Líquido (VPL);
- b. Tempo de Recuperação do Capital Investido (*payback*);
- c. Taxa Interna de Retorno (TIR); entre outros.

O cálculo e a determinação destes indicadores é evidenciado pelo Apêndice E. A partir destes indicadores, será possível identificar se o projeto é viável ou não, quanto tempo será necessário para se recuperar o capital investido e compará-lo com o retorno de outros investimentos.

3.2.2.8 Stakeholders

Embora não conste Plano de Projeto, uma outra atividade bastante importante é a identificação dos *stakeholders*. Identificar as pessoas que tem interesse no projeto, bem como aquelas que podem influenciá-lo e como podem influenciá-lo é primordial para se avaliar os

riscos do projeto, bem como elaborar um plano para controlá-los. Os passos para a identificação dos *stakeholders* são apresentados no Apêndice F.

3.2.2.9 Análise de Riscos

A análise dos riscos é uma atividade que permite que a empresa esteja preparada para enfrentar todos os riscos do projeto que possam aparecer, de modo a minimizar as perdas, causadas pela ocorrência destes riscos. A partir da identificação dos riscos incorridos com o projeto, é possível priorizá-los e estimar os impactos sobre o projeto, caso ocorram. Com isso, pode-se montar um plano de respostas para que, caso ocorram, estes riscos possam ser controlados, de modo a minimizar seus impactos sobre o projeto. VARGAS (2005) elabora uma série de procedimentos para se identificar e analisar os riscos do projeto, conforme o Anexo C.

3.2.2.10 Resultado e Avaliação da Fase

Com o término das atividades de planejamento, é necessário criar o Plano de Projetos. Este documento (vide modelo no Apêndice B) deverá ser atualizado com todas as diretrizes definidas na fase de planejamento do produto e do projeto. Além disso, todos os documentos gerados nesta fase também deverão ser anexados ao plano de projeto.

Antes de passar para a próxima fase, o gerente de projetos deverá avaliar a fase de planejamento do projeto. Alguns dos critérios que deverão ser utilizados são descritos no Quadro 4.

Item de Verificação	Check (X)
As características escolhidas para a definição do produto são suficientes?	
Foram identificados os <i>stakeholders</i> do projeto?	
Foi identificada a equipe de projeto e a responsabilidade de cada colaborador?	
Os itens utilizados para descrever o escopo do projeto são suficientes?	
Foram identificados todos os objetivos e metas?	
Foram identificados o preço e o custo meta do produto?	
Foram identificadas todas as entregas e pacotes de trabalho do projeto?	
As atividades foram programadas com prazos e recursos?	
Todos os principais riscos foram suficientemente identificados?	
Foram elaboradas respostas eficazes a cada um dos riscos?	
Foi elaborado um orçamento realista do projeto?	
Foi preparada uma previsão de demanda suficientemente precisa?	
Os índices financeiros são superiores aos valores de atratividade definidos?	

Quadro 5: Itens de verificação para avaliação da fase de planejamento

Fonte: adaptado de ROZENFELD *et al.* (2006)

3.2.3 Projeto do Produto

As duas primeiras macro fases desta proposta concentravam-se nas atividades de planejamento do processo de desenvolvimento do produto, não se atendo às suas características físicas, nem em quais mecanismos são necessários para prover as suas funções especificadas. Na etapa do Projeto do Produto, que as questões de Engenharia e design do produto serão pensadas, em termos de valores quantitativos e mensuráveis, resultando em suas formas, dimensões físicas e de desempenho. As principais atividades da fase de Projeto do Produto, bem como os seus resultados, são apresentados pela Figura 22.

A primeira atividade do projeto será o *benchmarking*. Ela é responsável por avaliar os produtos do mercado que são similares ao produto que se deseja produzir e selecionar um ou mais modelos que servirão para orientar o processo de desenvolvimento. Estes modelos selecionados, então, são submetidos a engenharia reversa. Este processo avaliará todos os elementos presentes no modelo, resultando em informações como suas dimensões físicas, seus componentes e mecanismos e informações qualitativas.

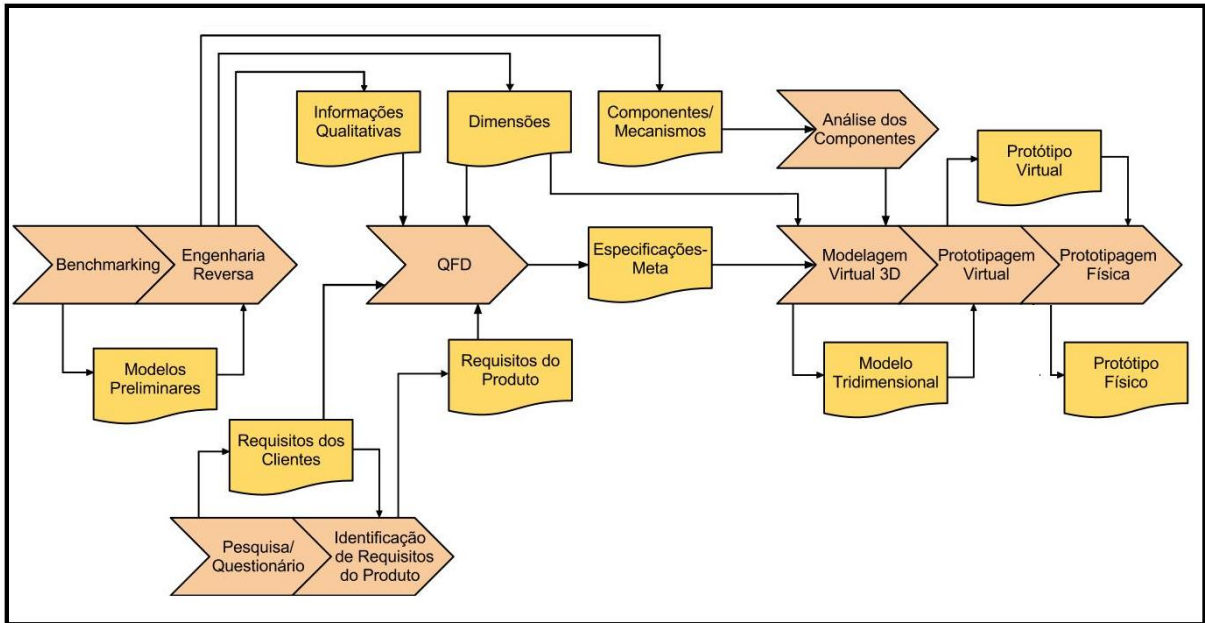


Figura 22: Projeto do Produto

Apesar da orientação por modelos nortear o processo de desenvolvimento, a voz do cliente nunca deve ser deixada de lado. Por isso, é imprescindível realizar um levantamento de todas as necessidades do consumidor – requisitos dos clientes. Esta tarefa pode ser através da aplicação de um questionário ou mesmo de uma entrevista. A partir dos requisitos dos clientes, é possível identificar os requisitos do produto e do projeto.

Os requisitos do produto, do projeto e dos clientes, juntamente com todas as informações qualitativas e dimensões identificadas através da análise dos modelos preliminares, servirão de entrada para as matrizes QFD. O emprego das técnicas do QFD resultará nas especificações-meta do produto.

Os componentes identificados nos modelos preliminares são submetidos a uma análise, a fim de se identificar quais destes elementos estarão presentes no produto, de modo a satisfazer as suas funções. A análise de componentes deve ser realizada em conjunto com a modelagem tridimensional. Para cada uma das funções do produto, atribui-se um dos mecanismos de um dos modelos. Então, através da modelagem, é possível propor mudanças, adaptações e ajustes, para que o produto se enquadre dentro das especificações-meta.

Com o apoio das ferramentas CAD/CAE/CAM, o modelo tridimensional criado pode ser exportado para ambientes computacionais, onde é possível manipulá-lo, realizando testes e simulações do seu funcionamento. A esta atividade é dado o nome de Prototipagem Virtual. Após testado, o protótipo virtual é aprovado e, assim, o protótipo físico poderá ser construído, para que sejam propostas as melhorias finais.

3.2.3.1 Identificação dos Requisitos dos Clientes

O conjunto de requisitos de um produto é caracterizado por tudo aquilo que o cliente espera que ele seja capaz de realizar ou tenha como característica, durante todas as fases do seu ciclo de vida. O objetivo desta etapa do PDP é justamente identificar as necessidades demandadas pelo cliente, para que elas sejam agrupadas, classificadas e ordenadas.

Existem diversos métodos, tanto qualitativos, quanto quantitativos, que podem auxiliar este processo de levantamento de requisitos como observações diretas, grupos focais, entrevistas e questionários. Qual destes métodos escolher vai depender muito das características do tipo de produto que se pretende verificar, dos clientes ou público consumidor e do tempo disponível. Porém, as entrevistas e os questionários geralmente trazem bons resultados, quando aplicadas utilizando-se as técnicas corretas.

Os passos para elaborar e aplicar o questionário são:

- i. Definir os objetivos, ou seja, o que se deseja verificar através do questionário;
- ii. Definir as justificativas ou objetivos implícitos;
- iii. Definir o local ou os locais onde o questionário será aplicado;
- iv. Elaborar as questões e afirmações do questionário;
- v. Revisar e testar o questionário;
- vi. Aplicar o questionário.

Para aplicar o questionário, podem ser usadas as metodologias Delphi ou *Survey*. Resumidamente, na metodologia Delphi, um grupo de especialistas é selecionado e a eles é aplicado um questionário em ciclos. Ao fim de cada ciclo, os questionários são trocados e ao ter ciência da estimativa dos demais, ele é encorajado a revisar sua própria estimativa. Este

processo ocorre até que as estimativas convirjam para a resposta esperada. Já a metodologia *Survey* corresponde à metodologia para obtenção de dados ou informações sobre características ou opiniões de uma amostra da população-alvo, geralmente por meio de um questionário. Outra técnica interessante, no momento de se levantar a relevância de certas características, é a utilização da Escala Likert, em algumas destas questões. A Escala Likert é uma escala que, normalmente, varia entre 1 e 5 e pode ser incorporada às respostas em variantes como “pouco importante”, “importante”, “muito importante” e etc. Determinar os pesos ou importâncias de certas características desejadas no produto pode ser muito importante no momento de construir a matriz QFD.

Após coletados, os dados provenientes da pesquisa devem passar por um tratamento. O objetivo é classificar estas informações e agrupá-las em grupos de requisitos em termos de desempenho, confiabilidade, segurança, usabilidade, disponibilidade, recursos e etc. Necessidades similares e/ou pouco relevantes devem ser eliminadas, de modo que somente um número mínimo de necessidades seja levado à frente (ROZENFELD *et al.*, 2008).

3.2.3.2 Identificação dos Requisitos do Produto

A correta identificação e documentação dos requisitos dos clientes é uma etapa fundamental do processo de desenvolvimento de produtos. É justamente em cima desta lista de atributos levantada, que os projetistas devem trabalhar a fim de se maximizar a função qualidade do projeto – conceber e produzir um produto que satisfaça da melhor maneira possível os requisitos demandados pelos clientes.

Porém, estes requisitos geralmente estão associados às necessidades dos clientes, o que acaba, muitas vezes, refletindo em características subjetivas do produto. Por exemplo, o produto deve ser “confortável”, “visualmente atraente”, “fácil de usar”. Infelizmente, estes atributos não dizem muito a respeito do produto, em si, e torna-se difícil definir parâmetros para saber se o produto atende ou não a determinados requisitos.

Para que seja possível desenvolver estes requisitos, antes, é necessário traduzi-los para a linguagem da engenharia. Isso quer dizer, transformar estas necessidades subjetivas em atributos que possam ser mensuráveis, a partir de algum instrumento ou sensor de medição.

A transformação dos requisitos dos clientes em características técnicas de engenharia do produto implicará na definição dos requisitos do produto. Este processo resultará nas primeiras decisões a respeito dos atributos físicos do produto, fato que deixa evidente a importância desta etapa.

Várias técnicas podem ser empregadas a fim de se identificarem os requisitos técnicos do produto, como *brainstorming*, *checklists* e informações de outros projetos. No Anexo D, é possível visualizar um modelo de *checklist* proposto por ROZENFELD *et al.* (2006), para que se possa obter os requisitos do produto, de modo a reduzir as chances de se esquecerem alguma informação importante.

Assim como foi realizado com os requisitos dos clientes, os requisitos do produto também devem ser organizados, classificados e ordenados. Se o *checklist* do Anexo D foi utilizado como referência, provavelmente, os requisitos levantados já devem estar classificados, de acordo com parâmetros de requisitos do produto. Porém, ainda é recomendável que se definam níveis de importância a estes requisitos, com isso, será possível focar nos requisitos mais relevantes.

3.2.3.3 Benchmarking: Seleção dos modelos preliminares

O *benchmarking* é uma das atividades iniciais do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos. Esta atividade será responsável por selecionar dentre todos os produtos similares disponíveis no mercado, aquele ou aqueles que serão utilizados como modelo de referência preliminar para o processo de desenvolvimento de produtos.

A seleção destes modelos deverá ser realizada de forma criteriosa, selecionando aqueles produtos que são tidos como referência no mercado, em determinada função ou característica, que estará presente no produto que se deseja produzir. Para identificar estas informações, antes, é necessário voltar-se para o mercado, a fim de acompanhar as atividades dos concorrentes e analisar seus produtos. Estas informações podem ser encontradas em fontes como a Internet – na página da empresa e em demais sites especializados -, em lojas do varejo, em feiras de negócios e etc.

Porém, a fonte mais importante no processo de *benchmarking* é o próprio cliente, que irá consumir o produto a ser produzido. Tal afirmativa se justifica no fato de que, nem sempre os melhores produtos, ou seja, aqueles que são referência no mercado são direcionados ao público que se deseja atingir. Determinados produtos são voltados para determinadas classes sociais ou determinadas regiões. Esta situação pode ser exemplificada da seguinte forma: imagine que uma empresa ABC, do setor automobilístico, deseje projetar um carro com design esportivo destinado ao público das classes econômicas B e C. Marcas como Ferrari e Lamborghini são reconhecidas no mercado justamente pelos designs esportivos e modernos de seus modelos. Entretanto, estes carros não são direcionados ao mesmo público-alvo que o projeto do produto deseja atingir. Neste caso, o mais sensato a se fazer é buscar estas características em marcas mais populares e acessíveis àquele mercado específico.

Uma prática que pode se adotar nesta etapa é incluir perguntas relacionadas aos produtos concorrentes no questionário utilizado para se levantarem os requisitos dos clientes. Neste caso, podem ser adotadas perguntas como: “Quais características são fundamentais ao produto?”, “Quando você pensa em determinada característica, quais marcas lhe vêm à cabeça?”, “De 1 a 5, como você avaliaria determinada característica presente no produto da marca X?”. Estas respostas são fundamentais e deverão ser consideradas ao se escolherem os modelos preliminares para o desenvolvimento do produto. Elas também serão relevantes, ao determinar os pesos relativos de determinados requisitos durante a elaboração do QFD.

Pesquisas de opinião pública também podem ser levadas em consideração na hora de se escolher os modelos. Diversas instituições de pesquisa em estatística, marketing e propaganda realizam periodicamente pesquisas de opinião pública a respeito de produtos, marcas e padrões sociais envolvidos de mercados consumidores. Parte do resultado divulgado por estas pesquisas são disponibilizadas gratuitamente para o público. Outra parcela deve ser comprada através ou adquirida através revistas especializadas.

Os modelos selecionados nesta etapa serão submetidos a uma criteriosa análise na fase seguinte do projeto, a Engenharia Reversa.

3.2.3.4 Engenharia Reversa

A Engenharia Reversa é uma metodologia para desenvolvimento de produtos que tem por finalidade a obtenção de dados técnicos, a partir da desmontagem, medição e ensaios de um produto já existente e de todos os seus componentes. Como o próprio nome já diz, trata-se de fazer o processo inverso. O processo de engenharia reversa do produto é ilustrado pela Figura 23.



Figura 23: Fluxo do processo de Engenharia Reversa

No contexto do desenvolvimento de produtos orientado por modelos, este método será responsável por oferecer suporte à análise técnica dos componentes presentes nos modelos preliminares selecionados. Esta análise fornecerá informações muito importantes a respeito dos modelos adotados, para que elas possam ser usadas de modo a orientar o desenvolvimento do produto ao qual se deseja projetar.

Após selecionados, os modelos preliminares de referência, o primeiro passo da Engenharia Reversa é a desmontagem destes produtos. O desafio desta etapa é determinar a sequência lógica, a qual estes produtos foram montados, nas linhas de montagem da fabricante. O objetivo é, partindo do fim para o início, definir o sequenciamento do processo de montagem do produto.

A primeira etapa da Engenharia Reversa, a desmontagem, fornecerá duas informações importantes a respeito do modelo: a identificação de todos os componentes que o compõem, bem como o seu processo de montagem. Com isso, será possível montar o fluxograma de montagem dos componentes do produto.

A segunda etapa da metodologia corresponde às medições e ensaios dos componentes. O correto é que ela ocorra de forma concorrente com a etapa anterior, pois, as duas devem ser realizadas em estágios. Cada um dos componentes, assim, como o modelo, em si, devem passar por uma série de medições e ensaios, a fim de se obter todas as suas dimensões relevantes, tanto físicas, quanto de desempenho. Tamanho, massa, peso específico, velocidade, força, torque são apenas alguns exemplos de dimensões físicas e de desempenhos. A quantidade destas variáveis vai depender, é claro, da natureza do produto. Ao realizar estas medições, é necessário, então, identificar também quais as unidades destes valores (cm, m/s, kgf, etc), bem como o instrumento ou sensor utilizado para determiná-las.

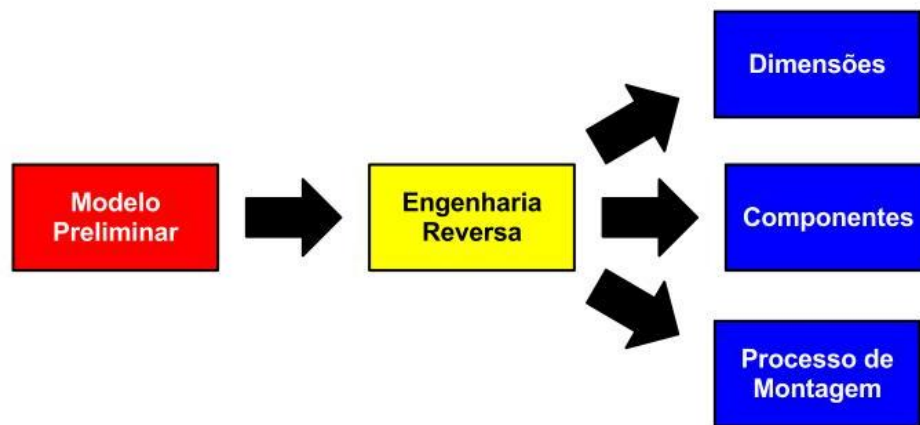


Figura 24: Engenharia Reversa do modelo preliminar

Estas dimensões do modelo preliminar é que darão ao processo de desenvolvimento orientado por modelos um caráter mais técnico. Os valores destas variáveis poderão ser modificados, gerando, então, novos modelos iterativamente. O processo de Engenharia Reversa é representado em termos de sua entrada e saídas pela Figura 24.

3.2.3.5 Definir as Especificações-Meta

ROZENFELD *et al.* (2006) define especificações-meta como um conjunto de parâmetros quantitativos e passíveis de serem mensurados que o produto deverá conter. Tais parâmetros servirão para formalizar o projeto, em termos de medidas e desempenho requeridos. É a partir delas, que serão criados mecanismos e soluções no intuito de atender a estes valores-meta. Deste modo, além de valores-meta, as especificações-meta são acompanhadas por unidades de

medida (cm, kg, watts), que representam os requisitos de desempenho a serem atendidos. Estes valores podem ser representados sob a forma de valores específicos (160 km/h), faixa de valores aceitáveis (8cm~10cm) e sob a forma de limites de tolerância (230mm \pm 2mm).

Durante este processo, é interessante que se verifiquem as correlações existentes entre os requisitos do produto, entre si. Se estas relações são negativas ou positivas. Ou seja, se ao aumentar requisito do produto, para que se atenda a determinado requisito do cliente, um efeito negativo seja causado em outro requisito do produto.

As especificações-meta do projeto podem ser geradas através de diversas técnicas. Uma das mais utilizadas e eficientes neste processo é o QFD. O modelo para gerenciamento do PDP proposto por este trabalho utilizará a técnica do QFD para obter as especificações-meta do produto, a partir dos requisitos do cliente e do produto. Além destes requisitos, o QFD terá como entrada os dados provenientes das atividades de *Benchmarking* e Engenharia Reversa, a respeito dos produtos oferecidos pelos concorrentes. O esquema será similar ao da Figura 22. Para um melhor entendimento a respeito do uso e aplicação da ferramenta QFD, o Anexo E apresenta um exemplo da utilização do QFD no projeto de um abridor de latas.

3.2.3.6 Análise dos Componentes do Produto

A análise dos componentes do produto tem por finalidade definir quais serão os sistemas e componentes do produto, a partir dos componentes dos modelos preliminares, estudados na atividade de Engenharia Reversa, e incorporar conceitos modernos de desenvolvimento de produtos, no *design* ou conceituação do produto. Para economizar tempo de desenvolvimento e otimizar o PDP, esta etapa deve ser realizada de modo único e integrado, com a atividade de modelagem tridimensional, cabendo à primeira definir as diretrizes qualitativas do projeto de componentes e à segunda as diretrizes quantitativas, ou seja, o desenho tridimensional, com suas respectivas dimensões de tamanho.

- **Análise Funcional do Produto**

Esta atividade tem como objetivo definir todas as funcionalidades que deverão estar presentes no produto. Para isso, parte-se de uma função global, ou seja, a principal função do produto e decompõe-se esta função em funções menores.

Um dos métodos mais utilizados para analisar, definir e entender as funções do produto é o método FAST. Este método é representado sob a forma de uma árvore de funções horizontalmente orientada, onde, iniciando com uma função global, pergunta-se COMO a função poderá ser obtida, buscando-se decompor esta função principal em funções menores. Abstraindo o problema para um nível mais elevado, realizando o processo inverso, pergunta-se POR QUE, a função é realizada, conforme a Figura 25.

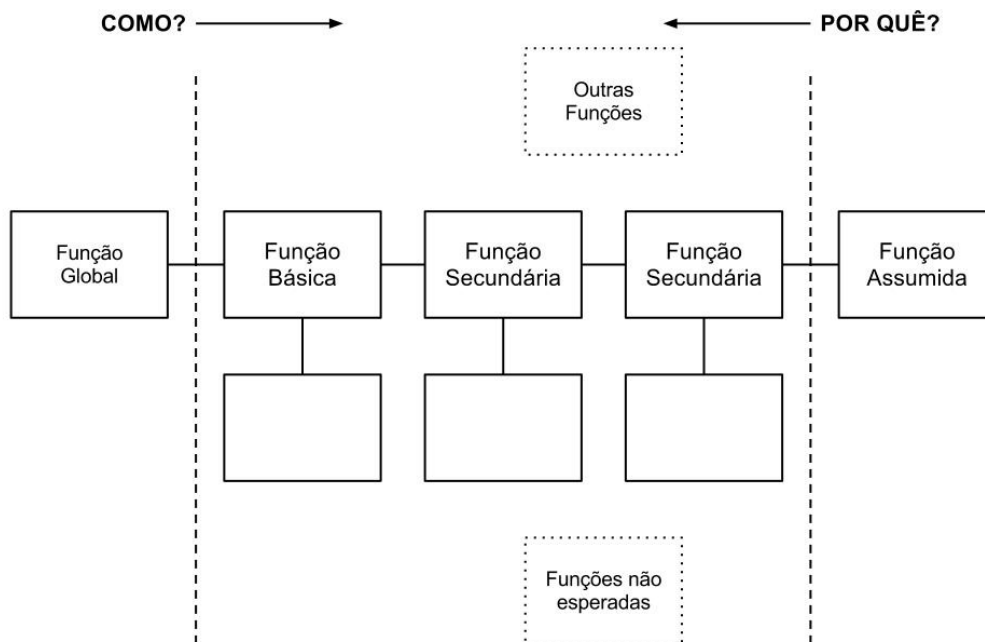


Figura 25: Diagrama do método FAST

Fonte: ROZENFELD *et al.* (2006)

- **Definição de Componentes Orientada por Modelos**

O objetivo de se determinar cada uma das funções do produto é que se possa desenvolver um princípio ou solução que possa satisfazer estas funções. É aqui que entra a grande vantagem

do processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos. A partir do momento em que já se tem definidas todas as funções que o produto deverá desempenhar e que também já foi realizada a Engenharia Reversa de todos os produtos que foram adotados como modelos preliminares e já se tem conhecimento sobre seus componentes; resta apenas designar estes componentes, de modo a constituir sistemas e subsistemas capazes de satisfazer estas funções. As atividades de Engenharia, a partir daqui, ficarão centradas apenas nas adaptações de *design* (visual), materiais e adequações do produto às especificações-meta e recursos de manufatura da empresa.

Para isso, pode-se adotar a metodologia do DFX (*Design for X*), que é constituído por um conjunto de ferramentas de auxílio às decisões do projeto, capazes de avaliar o impacto dessas decisões em todo o ciclo de vida do produto. O “X” pode representar qualquer uma das variações da metodologia, referentes a qualquer etapa do ciclo de vida do produto. Tais como manufatura (*manufacturability* – M), montagem (*assembly* – A), manufatura e montagem (MA), qualidade (*quality* – Q), reciclagem (*recycling* – R), ciclo de vida (*cycle of life* – CL), manutenibilidade (*maintainability* – Mt), modularidade (*modularity*), padronização (*standarts*), entre outros. O processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos deve-se basear principalmente, nos princípios e técnicas das metodologias DFA e DFM.

Tais práticas deverão ser empregadas, na atividade de modelagem tridimensional, no intuito de gerar os conceitos do produto, em termos de desenhos e medidas, a partir de suas especificações-meta. Conforme mencionado, é imprescindível que a Análise dos Componentes seja realizada de forma integrada com a modelagem 3D do produto, empregando as técnicas do DFX, através das quais, os modelos preliminares adotados serão modificados e personalizados, gerando novos modelos que serão virtualmente prototipados.

3.2.3.7 Modelagem Tridimensional e Prototipagem Virtual

A concorrência e disputa pelo mercado, cada vez mais acirradas, têm levado as empresas a buscar alternativas para encurtar o seu ciclo de desenvolvimento de produtos e poder dar respostas mais rápidas as necessidades de mercado. Tal fato levou a criação de diversas ferramentas e metodologias para gerenciamento do PDP, com foco na redução do tempo. Neste contexto, as tecnologias CAD/CAE/CAM contribuem de forma significativa, para esta

redução do tempo de desenvolvimento, principalmente, devido às possibilidades que elas oferecem de simular e experimentar os resultados dos projetos.

A proposta de desenvolvimento de produtos orientada por modelos baseia-se na utilização extensiva destas ferramentas, com foco na otimização e melhoria dos modelos, baseada no ciclo projeto, construção, testes e aperfeiçoamento. A Figura 26 apresenta uma síntese das atividades de modelagem e prototipação – tanto virtual quanto física -, a partir dos dados levantados pelas etapas anteriores.

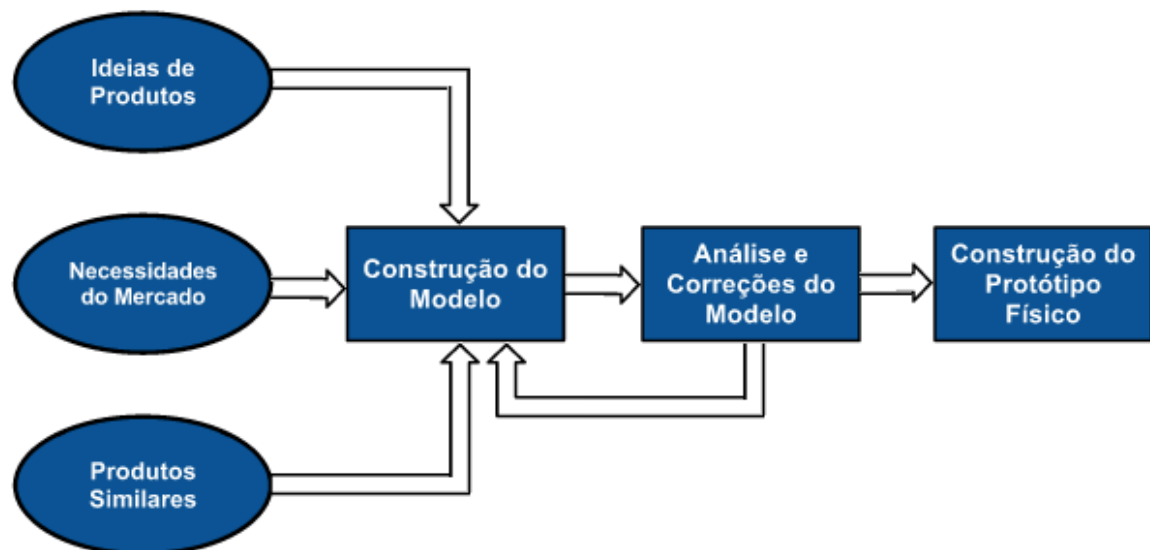


Figura 26: Construção e aperfeiçoamento de modelos e protótipos

Em síntese, neste processo, um modelo de representação do produto é construído a partir da compilação e tradução em linguagem do projeto dos dados provenientes de:

- a. Uma análise de mercado, que fornece um panorama das necessidades e expectativas dos consumidores e mercado em geral. Estas informações são levantadas na etapa de identificação das oportunidades de negócio;
- b. Um *brainstorming*, a partir de uma reunião com os *stakeholders*, do projeto onde são captadas as ideias de cada um;
- c. Um *benchmarking*, a fim de analisar tudo o que já foi produzido e esteja relacionado com o produto que se quer produzir, incluindo o modelo preliminar.

A reunião destes dados, juntamente com as ferramentas computacionais CAD/CAE/CAM, fornecem todos os subsídios necessários para a representação das características do produto. Conforme mencionado anteriormente, a análise dos componentes do produto deve ser realizada em conjunto com sua modelagem, a fim de se reduzir o tempo de desenvolvimento e permitir que se tenha uma visão gráfica de todos os elementos do produto. A partir das dimensões, design e medidas de desempenho dos componentes identificados no modelo preliminar, devem-se realizar as devidas modificações nestas variáveis, de modo que elas se enquadrem nas especificações-meta levantadas.

Deste modo, é possível construir um modelo tridimensional, a partir da montagem de seus componentes previamente modelados, com o auxílio das ferramentas CAD/CAE/CAM, que possibilitam que este modelo seja exportado para ambientes, onde seja possível realizar testes e simulações virtuais. Este modelo tridimensional, que também pode ser chamado de protótipo virtual, deve, então, passar por uma severa análise, através da experimentação de suas funções, que permitem avaliar o seu desempenho em pleno funcionamento. O objetivo disto é identificar todos os erros e oportunidades de melhoria possíveis, de modo que possam ser tomadas medidas corretivas. Após todas as ações necessárias para a correção do modelo, ele deve ser novamente reconstruído e analisado. Este é um processo cíclico, conforme representado pela Figura 26, onde o modelo é projetado e, então, construído. A seguir ele é testado e analisado. Se forem necessárias medidas de correção ou alguma oportunidade de melhoria identificada, devem ser tomadas as devidas ações, a fim de enquadrá-lo nos parâmetros desejados.

Esse processo se repete até que não seja possível identificar ou realizar nenhuma melhoria no modelo construído. Neste caso, o próximo passo é a construção do protótipo físico.

3.2.3.8 Prototipagem Física

A prototipagem física do produto segue o mesmo princípio constrói-testa-otimiza, abordado pela prototipagem virtual. A diferença é que o modelo – ou protótipo – resultante será físico, real e tangível e não mais virtual.

A prototipagem virtual contribui significativamente na redução do tempo de desenvolvimento de produtos. Tal fato se justifica pelo fato de que o tempo de construção de um protótipo físico é muito maior do que a construção de um protótipo virtual. Deste modo, a prototipagem virtual acaba por encurtar o tempo de construção e número de protótipos físicos, culminando também na redução de custos do projeto.

Apesar da sofisticação e robustez dos atuais softwares de tecnologia CAD/CAE/CAM, que permitem que o produto seja experimentado e testado sobre diferentes perspectivas, algumas questões do produto só podem ser avaliadas através da sua utilização. Para isso, é imprescindível a construção de um protótipo físico. E esse é o seu principal papel: detectar melhorias, que não podem ser identificadas através de um protótipo virtual.

Existem vários tipos de protótipos físicos. Tais como *mockups*, maquetes, modelos de representação, etc. A escolha de uma destas opções vai depender muito da natureza do produto que se deseja produzir. O tipo de protótipo físico ideal será aquele que conseguir representar de maneira mais satisfatória as funções e características do produto.

4 CONCLUSÃO

Este capítulo é constituído pelo fechamento deste trabalho. Incluem-se neste item as considerações e comentários finais, sobre o trabalho; as limitações apresentadas pela proposta e; por fim, propostas para atividades futuras e exploração do tema do trabalho.

4.1 Considerações Finais

O principal objetivo do trabalho foi identificar as diretrizes necessárias para se gerenciar o processo de desenvolvimento de produtos orientado por modelos, em pequenas e médias empresas manufatureiras.

Tal proposta foi embasada e tem como principal pilar uma análise bibliográfica realizada sobre uma série de modelos para gerenciamento do PDP, de diversos autores e especialistas na área. Através destas análises, foi possível identificar as atividades que compõem esta proposta, assim como as abordagens e metodologias adotadas. A partir da revisão bibliográfica, abordando as principais ferramentas, metodologias e abordagens modernas para gerenciamento do PDP foi possível identificar elementos que podem ajudar a tornar o PDP em pequenas empresas um processo mais ágil e flexível.

Um importante resultado deste trabalho é a estruturação e organização do conhecimento existente na área. Este trabalho representa uma grande base teórica para todas as empresas que desejam desenvolver, implementar e formalizar sua própria metodologia de desenvolvimento de produtos. Podendo ainda, contribuir significativamente na redução do ciclo de desenvolvimento e de custos de projeto.

Foi possível propor um modelo definido pelo sequenciamento das atividades do PDP, capaz de orientar os responsáveis pelo desenvolvimento de produtos de pequenas e médias empresas do setor de manufatura a estruturar e formalizar o seu modelo de desenvolvimento. A proposta deste trabalho é basicamente apresentada sobre a forma de um manual, capaz apresentar de maneira fácil e sequencial a definição das atividades do PDP, em termos de suas entradas e saídas, tendo ainda como suporte as metodologias para gerenciamento de projetos.

Outra importante constatação surgiu através da análise comparativa dos modelos, onde foi possível perceber que os modelos para gerenciamento do PDP têm se tornado cada vez mais robustos, com o passar dos anos, incorporando novas atividades e tendo como embasamento os seus modelos antecessores. Uma tendência nos novos modelos é o destaque do PDP, como um modelo de negócios para a empresa, com foco tanto no produto, quanto nos serviços associados a ele e nas atividades de pós-desenvolvimento.

4.2 Limitações do Trabalho

A principal limitação do trabalho foi a impossibilidade de se verificar a realidade do processo de desenvolvimento de produtos na prática das PMEs. Com isso, o fluxo de trabalho do modelo de PDP proposto foi construído em função das atividades do PDP, sem que se fosse possível fazer um paralelo destas atividades ligadas aos departamentos ou funções organizacionais responsáveis por elas.

Outro ponto bastante importante diz respeito aos modelos de desenvolvimento de produtos analisados. A seleção destes modelos teve como critérios abordar alguns dos autores mais citados pela literatura, através de monografias, teses e demais trabalhos científicos. Apesar de a análise apontar uma tendência para o uso de certas metodologias e incorporação de certas atividades nos modelos de PDP, é difícil afirmar que estes elementos são realmente os mais adequados e indicados para a abordagem de desenvolvimento de produtos orientado por modelos. Entretanto, é possível afirmar que estas práticas são capazes de trazer bons resultados.

4.3 Atividades Futuras

Ao final deste trabalho, é possível concluir a respeito da importância do desenvolvimento orientado por modelos e o benefício que este é capaz de trazer principalmente para as pequenas e médias empresas. Também é inegável afirmar que esta proposta apresentada, assim como o conceito de desenvolvimento de produtos orientado por modelos podem ser explorados e aprimorados. Deste modo, alguns pontos que merecem destaque no tema são:

- Verificação da aplicação prática do modelo proposto: através da realização de entrevistas e acompanhamento do processo de desenvolvimento de produtos adotados pelas PMEs, é possível mapear as atividades do modelo proposto que já são aplicadas por estas empresas e as que são aplicadas, mas não constam nesta proposta. Com isso, é possível adaptar o modelo proposto à realidade das empresas, através de pequenas modificações e da incorporação de novas atividades.
- Implementação e análise dos resultados: este trabalho representa apenas uma proposta de modelo para gerenciamento do PDP e, embora, sua aplicação, teoricamente, traga bons frutos para a empresa, não é possível afirmar quais são os seus reais resultados, em termos quantitativos.
- Adaptação aos diferentes tipos de produto: produtos diferem-se bastante quanto a sua natureza, processos de fabricação, materiais utilizados, etc. Mesmo quando o objeto de estudo deste trabalho foi restringido aos produtos fabricados pelas PMEs manufatureiras, podem ser encontradas diferenças entre estes produtos. Com isso, este modelo constitui-se em uma estrutura genérica, proposto para permitir o gerenciamento do PDP de qualquer um destes produtos produzidos por estas indústrias. Entretanto, é possível aprimorá-lo direcionando suas atividades em função de um determinado produto ou produtos semelhantes.
- Proposta de indicadores de desempenho: um tópico que merece bastante destaque, quando se fala em gerenciamento do PDP, é a utilização de indicadores para avaliar o seu desempenho. Por ser uma metodologia bastante recente, o processo de desenvolvimento de produtos orientador por modelos carece de indicadores que possam demonstrar para gerentes e gestores na área, o desempenho da aplicação desta abordagem.
- Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto: outra sugestão para trabalhos futuros é a integração junto ao modelo proposto das abordagens do PLM, não restringindo as atividades do PDP apenas ao projeto do produto, mas também às fases do ciclo de vida do produto de pré-lançamento, preparação para a produção, plano de distribuição e retirada do produto do mercado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. S. de; TOLEDO, J. C. de. Qualidade Total do Produto. **Produção**, Rio de Janeiro, vol.2, n.1, p. 21-37, out. 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v2n1/v2n1a02.pdf>>. Acessado em 30/03/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2001. 6 p.

BACK, N., OGLIARI, A., DIAS, A., JONNY, C. S. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Baurer, SP: Ed. Manole, 2008.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

BEDÊ, M. A.; ALTOÉ, L. B. M.; GAMA, H. C.; FONSECA, P. J. P.; SCHERMA, M. A.; MOREIRA, R. de F.; GANDRA, M. F. **Taxa de Sobrevivência das Empresas no Brasil**. Coleção Estudos e Pesquisas. SEBRAE. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/45465B1C66A6772D832579300051816C/\\$File/NT00046582.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/45465B1C66A6772D832579300051816C/$File/NT00046582.pdf)>. Acessado em: 20/03/2012.

BERNARDES, S. P. O BRIC em Números. **Revista da ESPM**, p. 52-57, mar-abr., 2011. Disponível em: <http://acervo-digital.espm.br/revista_da_espm/2011/mar_abr/10_Sergio_Pio.pdf>. Acessado em: 04/04/2011.

BOURKE, R. W. **Unified Product Lifecycle Management**. A QAD White Paper, 2000. Disponível em: <<http://www.bourkeconsulting.com/Internal.aspx?path=Publications&objId=118>> Acessado em: 27/05/2012.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Nova Lima - MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256 p.: il.

CAMPOS, S. U. de; RIBEIRO, J. L. D. Um Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos de Empresas do Setor Moageiro de Trigo. **Produção**. v. 21, n. 3, p. 379-391. Julho a setembro de 2011.

Carboclima Soluções Ambientais Ltda. Disponível em: <<http://www.carboclima.com.br>> Acessado em: 26/05/2012.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. de. **QFD: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Blucher, 2010. 539 p.: il.

CORRÊA, F. C. **Proposta de Melhoria para o PDP de uma Empresa de Máquinas Agrícolas com Base no Modelo de PDP da Toyota**. 2008, 201 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

COOPER, Robert G. **Winning at New Products – Accelerating the Process from Idea to Launch**. Basic Books, 2001. 3rd ed., 416 p.: il.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade gerencial: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 1998.

CRISTOFARI JR, C. A. **Proposta de Método de Análise de Maturidade e Priorização de Melhorias na Gestão do PDP**. 2008, 184 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

CRUZ, S. da S. Empreendedorismo: Identificando Oportunidades. **Veredas FAVIP – Revista Eletrônica de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 70-75, julho-dezembro, 2008. Disponível em: <<http://veredas.favip.edu.br/index.php/veredas1/article/viewFile/89/75>> Acessado em: 17/08/2012.

CUNHA, F. R. S. da; PESSÔA, I. S.; LEPIKSON, H. A. Método de Desenvolvimento Rápido de Produtos Baseado na Estratégia do Tempo. XXI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001. **Anais Eletrônicos...** Salvador – BA, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR50_0150.pdf> Acessado em: 26/05/2012.

ECHEVESTE, M. E. S. **Uma abordagem para a Estruturação e Controle do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2003, 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FERREIRA, D.; COSTA, F.; ALONSO, F.; ALVES, P.; NUNES, T. **SCRUM - Um Modelo Ágil para Gestão de Projectos de Software**. 2005. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~aaguilar/es/artigos%20finais/es_final_19.pdf> Acessado em: 03/06/2012.

FONSECA, F. E. A. da; ROZENFELD, H. Medição de Desempenho para a Gestão do Ciclo de Vida de Produtos: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Produção Online – Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**. v. 12, n.1, p. 159-184, jan-mar, 2012. Disponível em: <

FORTI, F. S. D' A. **Uma Avaliação do Ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produtos do Estado do Rio de Janeiro**. 2005, 105 f. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira essencial**. 2^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

GONDIM, S. M. G. Grupos Focais como Técnica de Investigação Qualitativa: Desafios Metodológicos. **Paidéia**, v. 12, n. 24, p. 149-161, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/paideia/v12n24/04.pdf>> Acessado em: 17/08/2012.

JUCÁ JR, A. S.; AMARAL, D.C. Estudo de Caso de Maturidade em Gestão de Projetos em Empresas de Base Tecnológica. In: XXV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de

Produção, 2005. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre-RS, 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep0504_1632.pdf> Acessado em: 27/05/2012.

JUGEND, D. **Desenvolvimento de Produtos em Pequenas e Médias Empresas de Base Tecnológica: Práticas de Gestão no Setor de Automação de Controle de Processos.** 2006, 167 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo Produtos: Planejamento, Criatividade e Qualidade.** Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora. 2000.

LUCAS FILHO, F. C.; PIO, N. da S.; FERREIRA, D. R. Método QFD como Ferramenta para Desenvolvimento Conceitual de Produtos de Madeiras da Amazônia. **ACTA AMAZONICA**, v. 40, n. 4, p. 675-686, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672010000400006> Acessado em: 26/05/2012.

MARTINS, Eliseu; ASSAF NETO, Alexandre. **Administração financeira: as finanças das empresas, sob condições inflacionárias.** 1ª ed., São Paulo: Atlas, 1985.

MAZO, M. S.; Teixeira, M. C.; HERNANDES, A. H. Estratégia e Globalização. In: VII SEMEAD - SEMINÁRIOS DE ADMINISTRAÇÃO da FEA-USP, 2004, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Comercio%20exterior/COMEX12-_Estrat%C3%A9gia_e_Globaliza%C3%A7%C3%A3o.PDF>. Acessado em: 04/04/2012.

MELLOR, S. J.; CLARK, A. N.; FUTAGAMI, T. Model Driven Development. **IEEE Software**, v. 20, n. 5, p. 14-18, set-out., 2003. Disponível em: <<http://ngis.computer.org/csdl/mags/so/2003/05/s5014.html>>. Acessado em: 31/03/2012.

MENEGON, N. L.; ANDRADE, R. S. de. Projeto do Produto em Engenharia de Produção. In: XVIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Niterói - RJ. **Anais eletrônicos...** Niterói - RJ, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART392.pdf>. Acessado em: 04/04/2012.

NETTO, A. V.; OLIVEIRA, M. C. F. de. **Desenvolvimento de um protótipo de um torno CNC utilizando Realidade Virtual**, Notas técnicas, Instituto de Ciências Matemáticas de Computação - ICMC/USP, n.º. 65, 13 pp, São Carlos - SP, Maio 2002.

NETTO, A. V.; OLIVEIRA, M. C. F. de. **Realidade Virtual Aplicada ao Desenvolvimento de Produto.** In: XIV SBC - Symposium on Virtual Reality, Florianópolis – SC, 2001.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design: a Systematic Approach.** London: Springer, 1996.

PMI – Project Management Institute. **PMBOK – Project Management Book of Knowledge**. 4ª edição. Pensilvânia: PMI - Project Management Institute, 2008

RAFAEL, J. F. **Análise das Decisões de Investimento, Elementos de suporte ao Programa Avançado de Gestão e Avaliação de Projectos**, FCEE – Universidade Católica Portuguesa, 2006.

ROMEIRO FILHO, E.; FERREIRA, C. V.; MIGUEL, P. A. C.; GOUVINHAS, R. P. & NAVEIRO, R. M. **Projeto de Produto**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 408p.

ROSS, Stephen A; WESTERFIELD, Randolph; JORDAN, Bradford D. **Princípios da Administração Financeira**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROZENFELD, H; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; DA SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H. & SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva. 2006.

ROTONDARO, Roberto G.; MIGUEL, P. A. C.; GOMES, L. A. de V. **Projeto do Produto e do Processo**. São Paulo: Atlas. 1010.

SASSI, A. C.; MIGUEL, P. A. C. Análise de Publicações sobre o QFD no Desenvolvimento de Serviços e Produtos. In: XXII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002. **Anais Eletrônicos...** Curitiba-PR, 2002. Disponível em: <<http://www.marco.eng.br/qualidade/papers/qfd%20-%20analise%20publicacoes.pdf>> Acessado em: 26/05/2012.

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Guia do Empreendedor: Identificação das Oportunidades**. Disponível em: <<http://www.sebraesp.com.br/>> Acessado em: 16/08/2012.

SELIC, B. The Pragmatics of Model-Driven Development. **IEEE Software**, v. 20, n. 5, p. 19-25, set-out., 2003. Disponível em: <<http://staffwww.dcs.shef.ac.uk/people/A.Simons/remodel/papers/SelicPragmatics.pdf>>. Acessado em: 31/03/2012.

SENHORAS, E. M.; TAKEUCHI, Kelly P.; TAKEUCHI, Katiuchia. P. Gestão da Inovação no Desenvolvimento de Novos Produtos. In: IV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende – RJ: Instituto de Ensino Superior do Sul-Fluminense, 2007. **Anais eletrônicos...** Resende–RJ, 2007. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos07/418_artigos2007EGET_Inovacao%26DesenvolvimentoProdutos2007.pdf> Acessado em: 23/05/2012.

SILVA, E.L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da Produção**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

SMITH, P. G. Fast-Cycle Product Development. **Engineering Management Journal**, v. 2, n. 2, p. 11-16, jun. 1990. Disponível em: <<http://www.newproductdynamics.com/EMJ6-90/EMJ6-90.pdf>>. Acessado em: 31/03/2012.

TEIXEIRA, D. P. **Gerenciando Expectativas dos Stakeholders**. 2011. Disponível em: <<http://projectmobile.files.wordpress.com/2011/05/gerenciando-expectativas-dos-stakeholders.pdf>> Acessado em: 21/08/2012.

TOLEDO, J. C.; ALLIPRANDINI, D. H.; FERRARI, F. M.; MARTINS, M. F.; MARTINS, R. A.; SILVA, S. L. **Modelo de referência para a gestão do processo de desenvolvimento de produto: aplicações na indústria brasileira de autopeças**. Relatório de pesquisa, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos / FAPESP, 2002. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/RelatF3rio+versE3o+final.pdf>> Acessado em: 24/05/2012.

TOLEDO, J. C. de; SIMÕES, J. M. S. Gestão do Desenvolvimento de Produto em Empresas de Pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas do Estado de SP. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 257-269, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a04v17n2.pdf>>. Acessado em: 30/03/2012.

UJIHARA, H. M.; CARDOSO, A. A. C.; CHAVES, C. A. QFD como Estratégia para Desenvolvimento e Melhoria de Produtos, Serviços e Processos. In: III SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006. **Anais Eletrônicos...** Resende-RJ, 2006. Disponível em: <http://www.aedb.br/anais-seget/arquivos/570_QFD%20EstratMelhorProd.pdf> Acessado em: 26/05/2012.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos** / Ricardo Viana Vargas ; prefácio de Reeve Haroldo R. 6ª edição. Rio de Janeiro. Brasport, 2005.

VARGAS, R. V. **Manual Prático do Plano de Projeto: Utilizando o PMBOK Guide**. 3ª edição revisada. Rio de Janeiro. Brasport, 2007.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality**. New York: The Free Press, 1992.

ZANCUL, E. de S. **Análise da Aplicabilidade de um Sistema ERP no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2000, 242 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos - SP.

APÊNDICES

APÊNDICE A – IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO

- **Identificando Ideias a partir dos Funcionários**

O pessoal da linha de frente de uma empresa e seus vendedores estão em contato diariamente com os clientes. É bem provável que todos eles já tenham ouvido muitas reclamações a respeito dos produtos e serviços disponibilizados pelas empresas, bem como, muitas sugestões de aperfeiçoamento para os produtos que ainda serão lançados. É muito importante estimular estes funcionários a criar uma identidade com estes clientes, prezando sempre pelo bom relacionamento entre as partes e estando sempre aberto a ouvir o que o cliente tem a dizer. Isso é fundamental para se identificar o que eles gostam ou não gostam, bem como o que eles necessitam. Então, uma sugestão é que se realizem periodicamente reuniões de *brainstorming* com estes funcionários, para eles tenham suas ideias expostas e também para que se tenha uma noção do ponto de vista do cliente que eles têm do cliente.

- **Identificando Ideias de Pesquisa e Desenvolvimento**

Muitas organizações possuem um departamento inteiro voltado à pesquisa e desenvolvimento. Segundo SLACK (2009), pesquisa significa desenvolver novos conhecimentos para encontrar soluções para os problemas ou aproveitar oportunidades, ao passo que desenvolvimento significa é o esforço para que sejam empregados os conhecimentos e ideias provenientes da pesquisa.

A pesquisa e desenvolvimento está sempre buscando novas soluções, métodos ou formas para tornar possível a realização de um produto e é grande responsável pela inovação dentro das empresas. Embora nem toda empresa, principalmente as de menor porte, tenha condições de financiar um departamento deste tipo, é importante para todas as empresas que queiram transformar seu PDP em um diferencial competitivo, que invistam nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, a fim de gerar maior valor aos seus produtos. Neste contexto, uma boa

sugestão é o firmamento de parcerias e maior contato com instituições de ensino superior e pesquisa do país.

- **Identificando Ideias a partir dos Consumidores**

O Marketing é uma das funções básicas de uma empresa (SLACK, 2009). Mesmo que ela não possua um departamento estruturado e que tenha esta denominação, ela possuirá um conjunto de pessoas que realizam uma série de atividades relacionadas, pertinentes a esta função. E uma destas atividades é justamente a identificação das oportunidades de negócios. Existe uma série de ferramentas, métodos e questionários que o marketing pode utilizar para identificar as necessidades dos clientes e transformá-las em soluções, sob a forma de produtos.

Dentre estas técnicas é conveniente destacar uma que é capaz de trazer bons resultados, no processo de identificação de ideias e sugestões dos consumidores, a partir de uma discussão, de maneira formal e não estruturada. Trata-se dos Grupos de Foco. Normalmente, os grupos de foco são constituídos por um conjunto de 7 a 10 pessoas – possíveis consumidores -, que não tem qualquer tipo de vínculo um com outro, mas que tem certas características em comum, reunidas juntamente com um moderador, responsável por conduzir o debate, focando em um produto, problema ou assunto de interesse da pesquisa. O objetivo central dos grupos de foco é identificar tendências ou padrões entre as percepções, sentimentos, atitudes e ideias dos participantes, para que se possa identificar a solução para um determinado problema (GONDIM, 2009).

Outra questão bastante importante é manter sempre um canal aberto de comunicação com os clientes. Muitas ideias costumam vir através dos clientes, por meio de reclamações, a respeito de produtos e serviços, e sugestões de aperfeiçoamento.

- **Identificando Ideias a partir dos Concorrentes**

Qualquer organização monitora, mesmo que indiretamente, as atividades dos seus concorrentes. Isto se deve ao fato de que é preciso ficar atento a cada avanço da concorrência, uma vez que isto pode significar uma vantagem competitiva em relação a ela mesma. Quando uma empresa lança um novo produto no mercado, cabe a seus concorrentes decidirem se a imitarão ou se, alternativamente, gerarão uma ideia melhor ou diferente (SLACK, 2009).

Este trabalho terá um enfoque maior nesta abordagem para identificação de ideias, uma vez que para uma empresa acompanhar os seus concorrentes e empresas que atuam no seu mesmo segmento é de fundamental importância para a escolha do modelo preliminar, que servirá como base para o desenvolvimento de produtos orientado por modelos.

Utilizar um modelo já lançado por um concorrente para identificar a sua própria ideia não quer dizer que a empresa não seja inovadora. Existem várias modalidades de inovação e maneiras de se apresentar diferenciais mercadológicos, seja no produto ou no processo. Por exemplo, uma empresa pode oferecer a um cliente o mesmo produto que seu concorrente, porém, com um preço mais baixo, o que pode torna-lo mais acessível a outras classes econômicas. Ou, então, distribuir este produto em outras regiões que não sejam atendidas pelo concorrente. Até mesmo, incorporar novas funções ao produto do concorrente. O que importa aqui é que o produto tenha como propósito atender às necessidades do público consumidor e que seja viável no contexto mercadológico.

APÊNDICE B – PLANO DE PROJETO (*PROJECT CHARTER*)

Plano de Projeto (Project Charter)

Projeto do Produto	Cód. Projeto	Data de Início
Nome do Produto		___/___/___

Responsável pelo Projeto	Cargo
Nome do coordenador do projeto	

1. Objetivo do Projeto

Definir quais as intenções da organização com o projeto.

2. Justificativa

Definir os objetivos implícitos do projeto.

3. Escopo do Projeto

Descrever o escopo do projeto.

4. Escopo do Produto

Descrever o escopo do produto.

5. Equipe do Projeto

Nome do Colaborador	Função

6. Entregas do Projeto

Data	Entrega	Descrição
___/___/___	Título da entrega	Descrever do que se trata a entrega.
___/___/___		
___/___/___		

7. Cronograma

Atividade	Data Início	Data Fim	Responsável
Nome da atividade	___/___/___	___/___/___	Responsável pela atividade
	___/___/___	___/___/___	
	___/___/___	___/___/___	

8. Orçamento do Projeto

Detalhar o orçamento estimado para o projeto.

9. Anexos

- Termo de Abertura do projeto;
- Declaração de Escopo;
- WBS;
- Equipe de Projeto;
- Análise de Viabilidade Econômico-Financeira;
- Cronograma.
- ...

Aprovações

<hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Alta Direção		<hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Gerente de Projetos
--	--	---

APÊNDICE C – PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DA EAP (ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO)

Segundo o PMBOK Guide (PMI, 2008), WBS - também conhecido como EAP (Estrutura Analítica do Trabalho) - é caracterizada por um processo de subdivisão do trabalho e das suas entregas em atividades e componentes menores, facilitando o gerenciamento destas atividades (Figura 27). Esta decomposição ocorre de forma hierárquica e orientada às entregas do trabalho, possibilitando a definição e organização do escopo do projeto (VARGAS, 2005).

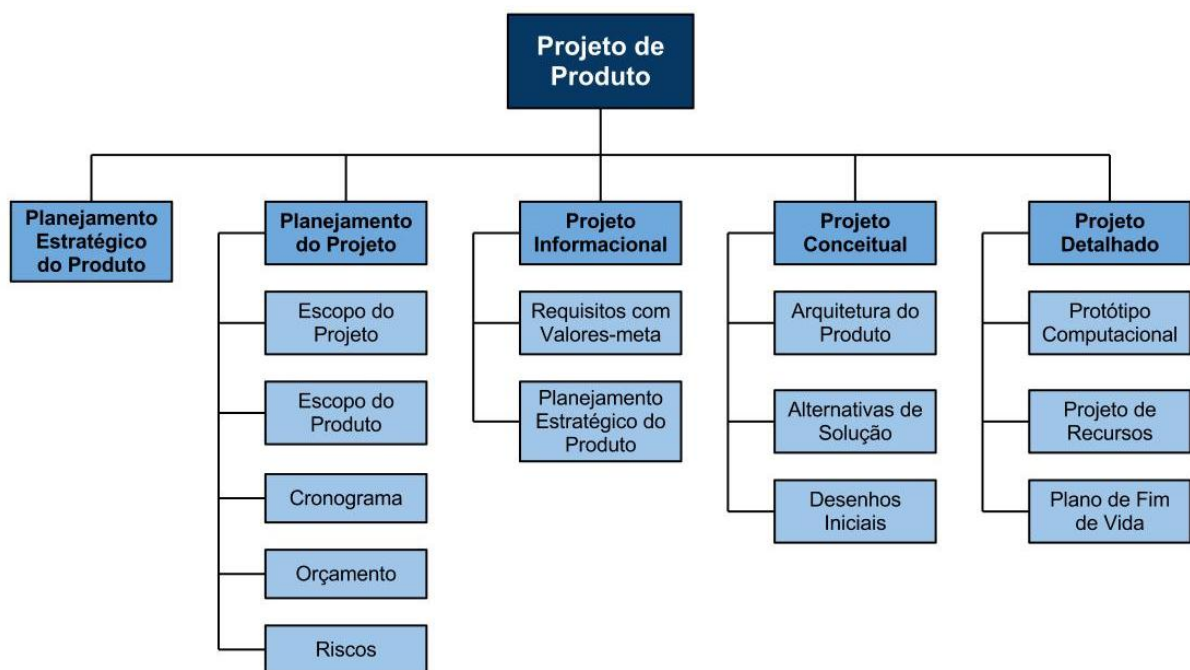


Figura 27: EAP do modelo de PDP de ROZENFELD et al. (2006)

A EAP permite uma visualização gráfica do trabalho especificado na declaração do escopo, fornecendo a todos os participantes e interessados no projeto um panorama de todas as suas entregas (PMI, 2008). Sua orientação hierárquica auxilia a criação de um maior grau de detalhamento às fases do projeto, onde cada nível descendente da estrutura representa uma definição cada vez mais detalhada.

O processo de criação da EAP é descrito em relação às suas entradas e saídas, conforme a Figura 28. Basicamente, este processo converte, através de técnicas e ferramentas de apoio à criação de EAPs, as atividades descritas na declaração do escopo, juntamente com as solicitações de mudança, provenientes do processo de análise do escopo especificado – e

levando-se em consideração o plano de escopo do projeto e os ativos de processos organizacionais – dando origem às atualizações na declaração do escopo, à própria EAP, em si, e ao dicionário de EAP.



Figura 28: Processo de criação de uma EAP

Fonte: PMI (2008).

A decomposição das entregas deve ser feita até os níveis de pacotes de trabalho. Para isso, é fundamental que se tenham definidos os marcos do projeto. Os marcos são as entregas que representam um ponto-chave no projeto, ou seja, as entregas mais importantes e que são um referencial do seu andamento. Estas entregas devem, então, ser subdivididas em pacotes de trabalho, que representam o nível mais baixo de uma EAP e é a partir da onde podem-se estabelecer estimativas de custo e prazos confiáveis (PMI, 2008).

Ainda de acordo com o PMBOK Guide (PMI, 2008), entregas diferentes exigem níveis diferentes de decomposição. Isso quer dizer que o trabalho para algumas entregas precisa ser detalhado até o próximo nível, enquanto outras exigem mais níveis de decomposição. O que deve ficar claro aqui é que as entregas devem ser divididas até um nível em que se tornem gerenciáveis, ou seja, que não se tenha muitas dificuldades de estimar um prazo e custo confiável. Se não for possível realizar estas duas estimativas com um bom grau de confiança, pode ser que seja necessário subdividir a tarefa em mais um nível de detalhamento e, assim, por diante. O produto deste processo deve ser uma estrutura analítica em formato de árvore semelhante a Figura 29 e Figura 30. Abaixo, é possível visualizar outros exemplos de EAPs retiradas do PMBOK Guide (PMI, 2008).

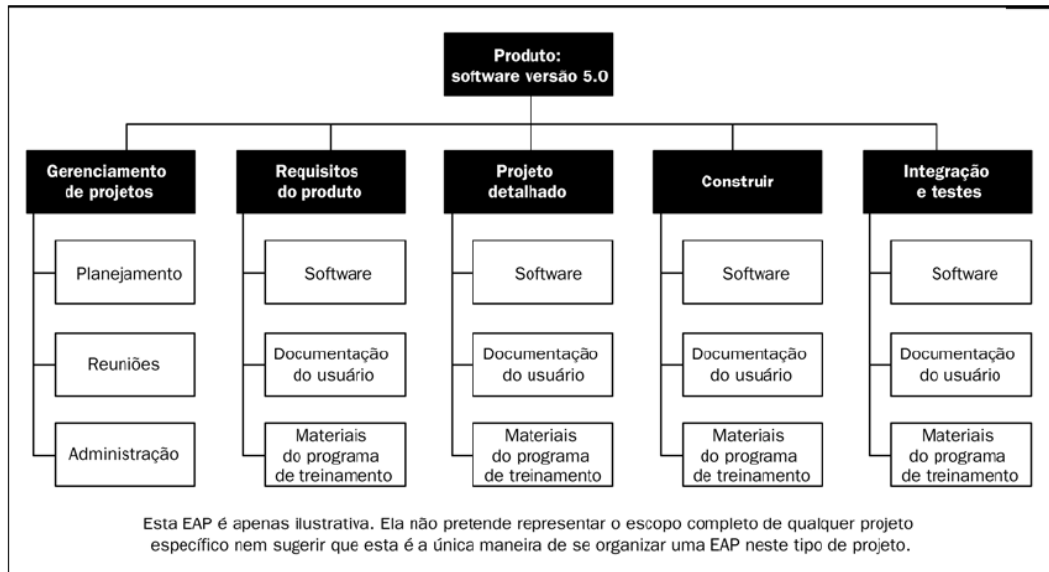


Figura 29: Exemplo de uma estrutura analítica de um projeto organizado por fases

Fonte: PMI (2008)

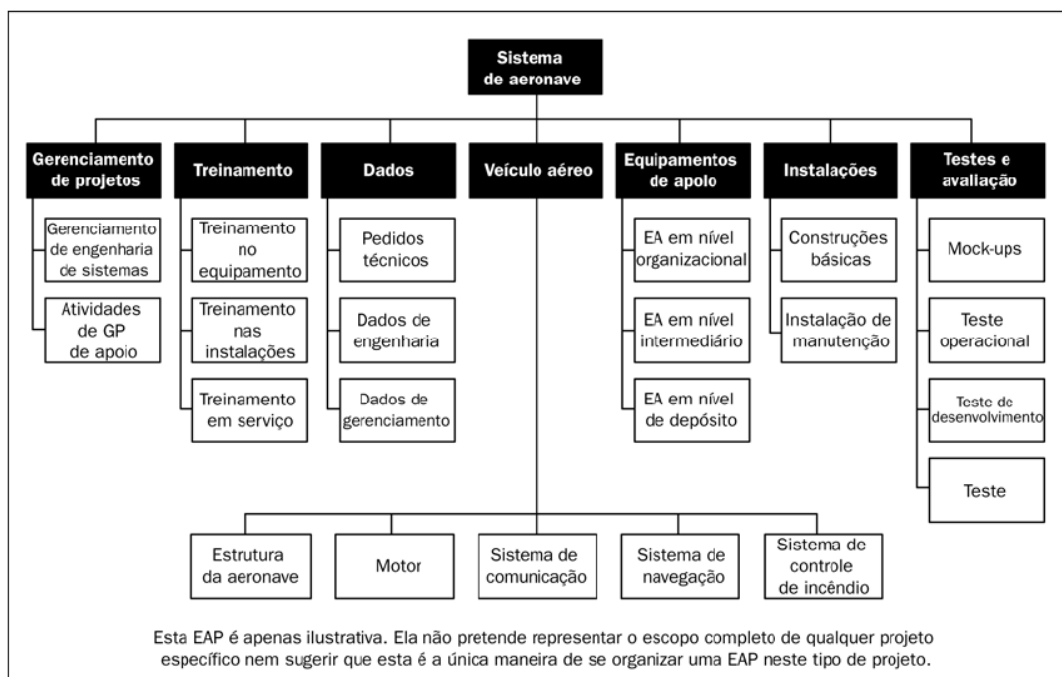


Figura 30: Exemplo da estrutura analítica do projeto para itens de material de defesa

Fonte: PMI (2008)

Após a criação da EAP, é necessário novamente verificar o escopo do projeto a fim de identificar se houveram alterações. Caso tenham ocorrido, o escopo deve ser atualizado com

as novas alterações. Este processo de verificação do escopo deve ser realizado de forma iterativa, de modo que ele esteja sempre atualizado.

Com a criação da EAP, faz-se necessário a elaboração de um novo documento que ofereça suporte à mesma. A este documento, damos o nome de Dicionário da EAP. De acordo com o PMBOK Guide (PMI, 2008), o dicionário da EAP contém a descrição detalhada de cada um dos componentes da EAP, incluindo pacotes de trabalho e contas de controle. A cada um dos componentes, inclui-se um código do identificador da conta, uma declaração do trabalho, a organização responsável e uma lista de marcos do cronograma. Resumidamente, a função do dicionário da EAP é a de detalhar cada um dos componentes da estrutura, podendo ser incluída qualquer informação que o gerente de projetos julgue necessária e relevante.

O PMBOK Guide (PMI, 2008) ainda destaca que, embora cada projeto seja único e exclusivo, as EAPs de projetos anteriores podem ser frequentemente utilizadas como modelos para a construção da EAP do projeto seguinte. Isso se deve ao fato de a maioria dos projetos dentro de uma empresa seguir praticamente o mesmo ciclo de vida, o que implica em uma grande semelhança nas EAPs dos seus projetos. Então, fica aqui uma ressalva, a respeito da importância de se documentar e arquivar, não só este processo do ciclo de desenvolvimento de um projeto, mas todas as suas etapas.

APÊNDICE D – PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA

Existem diversos métodos para se determinar o sequenciamento entre as atividades do projeto. Um delas, como é mencionado pelo PMBOK Guide (PMI, 2008), é o Método do Diagrama de Precedência (MDP). Este é um método para construção de diagrama de redes, que utiliza caixas ou retângulos para representar as atividades do projeto, denominadas nós, conectadas por setas, que definem as dependências entre estas atividades. Segundo PMI (2008), o MDP utiliza quatro tipos de dependência ou relações de precedência, são elas:

3. Término para início: a iniciação da atividade sucessora depende do término de sua atividade predecessora;
4. Término para término: o término da atividade sucessora depende do término de sua atividade predecessora;
5. Início para início: a iniciação da a atividade sucessora depende da iniciação de sua atividade predecessora;
6. Início para Término: o término da atividade sucessora depende da iniciação de sua atividade predecessora.

No MDP, para gerenciamento de projetos, a relação de precedência mais utilizada é a relação término pra fim, ao passo que as relações do tipo início para término são bem raras. A Figura 31 mostra um exemplo de diagrama de rede desenhado utilizando os conceitos do MDP. Este método é o mais utilizado por gerentes de projetos e pela maioria dos *softwares* de gestão de projetos, para representar um diagrama de redes.

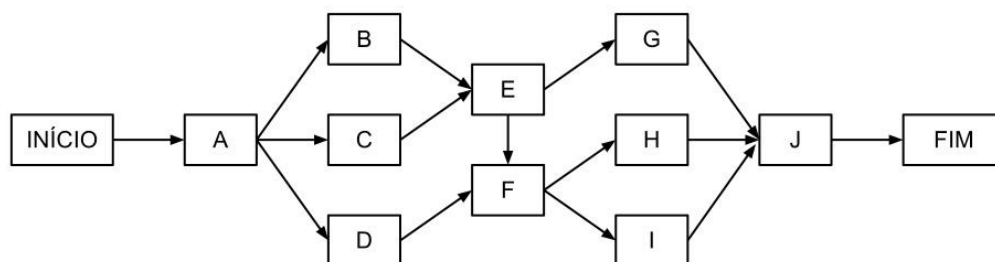


Figura 31: Exemplo de um diagrama de redes

O PMBOK Guide (PMI, 2008) define ainda três tipos de dependências entre as atividades. A dependência obrigatória é inerente à natureza do problema e envolvem frequentemente limitações físicas, como o caso de um projeto de produto onde é impossível testar seu protótipo antes que ele seja testado. As dependências arbitradas são normalmente estabelecidas através do conhecimento e experiência do gerente de projetos, tendo em vista as melhores práticas em determinada área de aplicação. Já as dependências externas são as que envolvem o relacionamento das atividades do projeto com fatores externos a ele, geralmente ocasionando atrasos ou pausas pontuais no projeto.

Na Figura 31, por exemplo, há 10 atividades e 13 dependências lógicas. A atividade inicial é a atividade A, enquanto a atividade final é a J. As atividades B, C e D só podem iniciar quando a atividade A já estiver concluída. O início da atividade E depende da conclusão das atividades B e C e, assim, por diante.

Para definir o sequenciamento entre as atividades, primeiramente, o gerente de projetos deve identificar a atividade ou as atividades iniciais do projeto. O passo seguinte é identificar suas sucessoras. Lembrando que devem ser consideradas as atividades que podem ser realizadas em paralelo e também os compartilhamentos de recursos que torne inviável este paralelismo. O restante do sequenciamento deve ser feito até que se tenha o diagrama de redes do projeto completo.

Uma vez sequenciadas, as atividades, o próximo passo é estimar a duração de cada uma destas atividades. Isto é, a estimativa do número de períodos que compreendem o espaço de tempo entre o início e o fim de determinada atividade (VARGAS, 2007). De acordo com o PMBOK (PMI, 2008), as estimativas de duração das atividades devem ser realizadas pelas pessoas ou grupo de trabalho do projeto que estiverem mais familiarizados com a natureza do conteúdo de trabalho da atividade específica. Isto se deve ao fato destas pessoas já terem tido experiências passadas com aquele tipo de atividade específica, podendo realizar a estimativa das atividades futuras embasadas nestas experiências do passado. Dados e indicadores de tempo, provenientes de projetos semelhantes concluídos no passado também devem ser levados em consideração. Daí, a importância de se manter um registro, documentado, de todos os projetos da empresa: para que sirva de suporte para as decisões futuras.

O Quadro 5 traz as estimativas de tempo referentes às atividades do exemplo da Figura 31.

Atividade	Duração (dias)	Atividade	Duração (Dias)
A	5	B	8
C	4	D	4
E	6	F	5
G	3	H	6
I	7	J	5

Quadro 6: Tempos de duração das atividades

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM (*Critical Path Method*) são ferramentas para gestão de projetos que auxiliam a calendarização das atividades do cronograma. Apesar de serem duas técnicas desenvolvidas independentemente, elas são frequentemente mencionadas e empregadas como uma única técnica, devido a sua grande semelhança. Esta ferramenta oferece uma série de informações a respeito da duração das atividades do projeto, que auxiliam a priorização dos pontos mais importantes do cronograma e a realização de estimativas mais confiáveis.

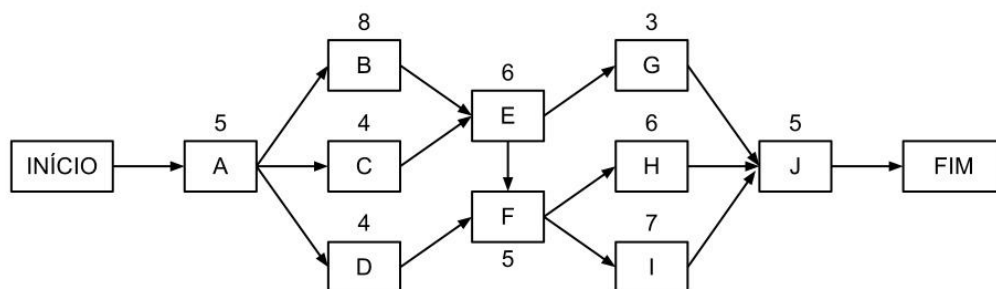


Figura 32: Duração das atividades para o exemplo proposto

Uma das vantagens do PERT/CPM é a possibilidade de se calcular o caminho crítico do projeto. Um caminho dentro de uma rede é a rota saltando de nó para nó entre o início e o fim da rede. Deste modo, observando a Figura 32, é possível notar que existem diversos caminhos que podem ser adotados, partindo-se do início até que se chegue ao fim. Para se encontrar o caminho crítico do projeto é necessário calcular o somatório da duração das atividades, pela qual determinado caminho passa, conforme o Quadro 6.

Caminho	Comprimento do Caminho (Dias)	
Início-A-B-E-G-J-Fim	$5+8+6+3+5$	$= 27$
Início-A-B-E-F-H-J-Fim	$5+8+6+5+6+5$	$= 35$
Início-A-B-E-F-I-J-Fim	$5+8+6+5+7+5$	$= 36$
Início-A-C-E-G-J-Fim	$5+4+6+3+5$	$= 23$
Início-A-C-E-F-H-J-Fim	$5+4+6+5+6+5$	$= 31$
Início-A-C-E-F-I-J-Fim	$5+4+6+5+7+5$	$= 32$
Início-A-D-F-H-J-Fim	$5+4+5+6+5$	$= 25$
Início-A-D-F-I-J-Fim	$5+4+5+7+5$	$= 26$

Quadro 7: Cálculo do comprimento dos caminhos

O caminho crítico é aquele que possui o maior comprimento entre origem e fim. No caso do exemplo, esse caminho é o Início-A-B-E-F-I-J-Fim (Figura 33). Isso quer dizer que o tempo total requerido para completar o projeto é de 36 dias. O caminho crítico é também o caminho definido pelas atividades críticas ou atividades gargalos. Isso quer dizer que qualquer atraso nas atividades compreendidas por este caminho gerará um atraso geral para todo o projeto, ao passo que, se houver um atraso em qualquer outra atividade, não necessariamente ele será refletido no desempenho do projeto. Com isso, as atividades críticas podem ser priorizadas, aumentando a disponibilidade de recursos, com o objetivo de diminuir o seu *leadtime* ou mesmo para garantir que elas sejam realizadas de acordo com o programado.

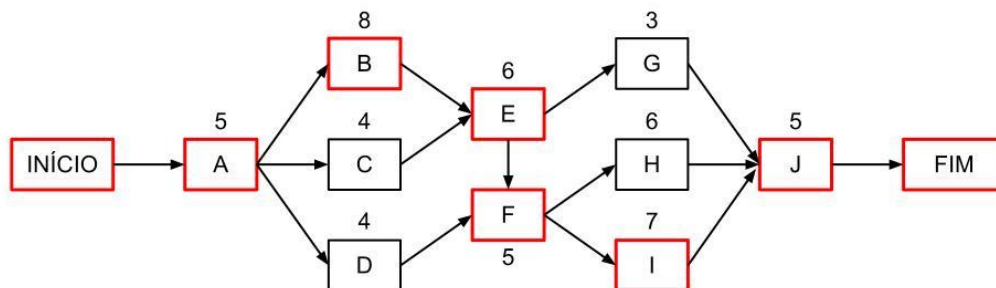


Figura 33: Caminho Crítico para o exemplo proposto

Outra contribuição da ferramenta PERT/CPM é a possibilidade de se estimar uma duração média para cada uma das atividades a partir de três estimativas: uma otimista, uma pessimista

e outra realista. Então, para cada uma das atividades, realizam-se essas três estimativas. A média (μ) e o desvio-padrão (σ^2) do tempo de duração das atividades são determinados pelas fórmulas:

$$\mu = \frac{o + 4r + p}{6};$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{p - o}{6}\right)^2$$

Onde:

o é a estimativa otimista;

p é a estimativa pessimista e

r é a estimativa realista.

Realizadas todas as estimativas de tempo e duração de cada uma das atividades, já é possível partir para o desenvolvimento do cronograma. Este processo é um processo iterativo e deve ser revisado e reexaminado para que se consiga atingir como resultado um cronograma aprovado que possa servir como uma linha de base para o acompanhamento do progresso do projeto (PMI, 2008).

APÊNDICE E – ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

Analisar um projeto quanto a sua viabilidade econômico-financeira, segundo ROZENFELD *et al.* (2006), significa analisar as estimativas e perspectivas de desempenho financeiro do produto resultante do projeto. Isto é, realizar estimativas sobre o desempenho financeiro do projeto, através de técnicas e ferramentas da administração financeira, a fim de se verificar se o investimento realizado trará algum retorno financeiro para a empresa e, assim, avaliar se o projeto é viável ou não.

Primeiramente, é preciso realizar uma projeção do fluxo de caixa do projeto. De acordo com ROSS *et al.* (2002), fluxo de caixa pode ser entendido como a diferença entre a quantidade de dinheiro que entra e a quantidade de dinheiro que sai do caixa da empresa. Ou seja, podemos dizer que fluxo de caixa é a diferença entre as receitas e gastos de uma empresa em determinado período.

Para isso, o primeiro passo é realizar as estimativas de custos relacionados aos recursos – materiais, tecnológicos e humanos - necessários para que o produto seja consolidado, produzido e distribuído. Neste caso, devem ser considerados todos os custos e despesas direcionados à produção, investimentos e gastos relacionados ao projeto do produto e embalagem e demais despesas com vendas e distribuição. Com isso, será possível preparar o orçamento do projeto.

Então, a próxima estimativa deve ser em relação ao preço de venda do produto. Para isso, devem ser considerados os seus custos de produção, impostos e tributos, além do lucro que deseja-se obter com sua venda. Porém, é necessário ainda realizar um *benchmarking* com o intuito de verificar o preço dos produtos similares no mercado. Um preço muito acima da média geral pode fazer com que o produto não seja bem absorvido pelo público consumidor, ao passo que um preço muito abaixo também pode fazer com que o retorno sobre o investimento não seja de acordo com o esperado. Outra prática que também pode ser adotada é perguntar diretamente para o cliente, através de entrevistas e pesquisas, quanto ele estaria disposto a pagar pelo produto.

Uma vez definidos os preços de venda e todas as despesas envolvidas com projeto e produção do produto, já é possível determinar o fluxo de caixa do projeto. Para isso, deve-se ter como base a previsão de demanda pelo produto no período a ser considerado. O fluxo de caixa é, então, determinado a partir da diferença entre as receitas no período, deduzidas de todos os gastos e despesas. Com isso, é possível determinar, a partir de quanto tempo, as vendas do produto passarão a superar os gastos, ou seja, a partir de quando as atividades de comercialização do produto começarão a dar um retorno financeiro positivo para a empresa.

Período (Trim)	Volume de Vendas	Preço de Venda (por unidade)	Receitas	Investimentos, Gastos e Despesas	Resultado do período
1	0	R\$ 2,50	R\$ 0,00	R\$ 240.000,00	- R\$ 240.000,00
2	54.000	R\$ 2,50	R\$ 135.000,00	R\$ 210.700,00	- R\$ 75.700,00
3	66.450	R\$ 3,20	R\$ 212.640,00	R\$ 140.900,00	R\$ 71.740,00
4	84.050	R\$ 3,20	R\$ 268.960,00	R\$ 142.050,00	R\$ 126.910,00
5	85.700	R\$ 2,90	R\$ 248.530,00	R\$ 139.600,00	R\$ 108.930,00
6	83.150	R\$ 2,90	R\$ 241.135,00	R\$ 151.100,00	R\$ 90.035,00

Quadro 8: Fluxo de caixa do projeto

O Quadro 7 demonstra o exemplo do fluxo de caixa do projeto de um determinado produto, no período de seis trimestres. É possível notar que o resultado dos dois primeiros trimestres é negativo. O primeiro é caracterizado por ser o período em que o produto ainda encontrava-se na fase de desenvolvimento. Ou seja, o produto ainda não era comercializado, não sendo possível obter qualquer tipo de receita, com sua venda. Já no segundo, o produto já estava disponível no mercado. Porém, o valor dos investimentos, gastos e despesas registrado nos dois primeiros trimestres foi o mais alto registrado em todo o período estudado. Isso pode ser explicado pelo fato de que, naquele período, estão computados, além de todas as despesas com a operacionalização do produto, os custos de projeto e demais despesas com publicidade e propaganda, necessárias para introduzi-lo no mercado. O gráfico da Figura 34 torna ainda mais evidente a evolução dos resultados em todo o período.

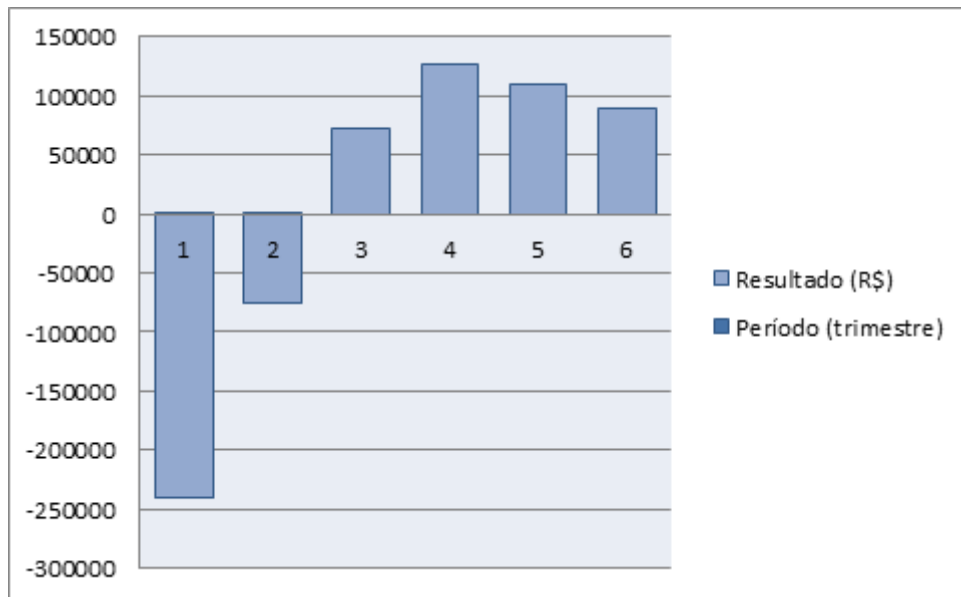


Figura 34: Gráfico do fluxo de caixa do projeto

O fluxo de caixa é uma importante ferramenta na análise financeira de um projeto, pois, a partir dele, podemos determinar a liquidez e lucratividade de um projeto. Porém, ao realizarem um aporte de capital, os investidores ou diretores da empresa estarão interessados em saber, a partir de quando aquele investimento começará a lhe trazer lucro. Neste caso, o fluxo de caixa por si só não é eficiente.

Para isso, pode-se utilizar o método *payback*. Ele tem por objetivo calcular o tempo necessário para que o capital investido seja recuperado, ou seja, a partir de que momento as entradas no projeto começam a superar o total das saídas e o projeto começa a gerar lucro (GITMAN, 2001).

O *payback* do projeto pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$C = \sum_{t=1}^t L_t$$

Onde:

t: é o período de tempo;

C: é o desembolso total de capital;

L_t : é a entrada de capital no período t.

Utilizando o mesmo exemplo do Quadro 8, pode-se calcular o *payback* do projeto.

Período (Trim)	Receitas	Investimentos, Gastos e Despesas	Resultado do período	Resultado Acumulado
1	R\$ 0,00	R\$ 240.000,00	- R\$ 240.000,00	- R\$ 240.000,00
2	R\$ 135.000,00	R\$ 210.700,00	- R\$ 75.700,00	- R\$ 315.700,00
3	R\$ 212.640,00	R\$ 140.900,00	R\$ 71.740,00	- R\$ 243.960,00
4	R\$ 268.960,00	R\$ 142.050,00	R\$ 126.910,00	- R\$ 117.050,00
5	R\$ 248.530,00	R\$ 139.600,00	R\$ 108.930,00	- R\$ 8.120,00
6	R\$ 241.135,00	R\$ 151.100,00	R\$ 90.035,00	R\$ 81.915,00

Quadro 9: Cálculo do *payback*

Como pode ser visto, através do Quadro 8, o projeto do exemplo só começará a dar um retorno positivo para seus investidores a partir do 6º trimestre. O *payback* é um importante indicador financeiro, pois, evidencia ao investidor, quanto tempo ele vai ter que se sustentar bancando financeiramente o projeto, para que, então, ele possa começar a ter lucro. Um erro muito comum cometido pelas empresas é não considerar o tempo de retorno do investimento, no planejamento do produto. Muitos produtos acabam sendo descontinuados antes mesmo que possam dar algum lucro para empresa, pois, a mesma não tem condições de sustentar seu período de amadurecimento por tanto tempo. Então, estimar o *payback* do projeto é de fundamental importância para saber se o projeto é interessante para a organização ou se ele deve ser abandonado.

Entretanto, é necessário ter bastante cuidado. De acordo com GITMAN (2001), este método é limitado, uma vez que ele não calcula os riscos e custos do capital no tempo. Logo, ele não deve ser o único indicador financeiro utilizado para períodos de estudo muito longos ou em períodos de alta inflação.

Neste caso, existem outros indicadores, como é o caso do VPL (Valor presente líquido). Segundo MARTINS (1985), a técnica do Valor Presenta Líquido (VPL) consiste em trazer para o presente, ou seja, para o tempo de início do projeto, todos os gastos e receitas, considerando o custo de capital.

A fórmula do VPL, em função de k (MARTINS, 1985), é dada por:

$$VPL(k) = \sum_{t=0}^{t-1} \frac{Q_t}{(1+k)^t}$$

Onde:

k é o custo de capital;

t é o mês;

e Q_t é a receita ou gasto no período t .

Assumindo novamente o exemplo dos Quadros 7 e 8, agora, é possível calcular seu VPL. Para isso considera-se arbitrariamente o valor fictício da inflação e demais depreciações do capital equivalente a 1,5% ao trimestre. Então, calcula-se o VPL:

$$VPL(1,5\%) = \sum_{t=0}^5 \frac{Q_t}{(1+0,015)^t}$$

$$VPL(1,5\%) = - \frac{R\$ 240.075,00}{1,015^0} - \frac{R\$ 75.700,00}{1,015^1} + \frac{R\$ 71.740,00}{1,015^2} + \frac{R\$ 126.910,00}{1,015^3} \\ + \frac{R\$ 108.930,00}{1,015^4} + \frac{R\$ 90.035,00}{1,015^5}$$

$$VPL(1,5\%) = R\$ 62.628,23.$$

Ao comparar o VPL do período de seis trimestres, considerando 1,5%, ao trimestre, como a taxa de depreciação do capital, com o resultado obtido através do fluxo de caixa (Quadro 7), pode-se notar que o lucro que antes era de R\$ 81.915,00 passou a R\$ 62.628,23. Este é o resultado, considerando os valores atuais da moeda. Isto acontece, porque a VPL considera os custos do capital com o tempo. Ao se calcular o fluxo de caixa em um determinado período, muitas vezes pode-se ter uma ilusão de que o projeto está gerando um retorno positivo, quando, ao contrário, pode estar dando prejuízo, se fossem considerados os custos relacionados à depreciação do capital.

Aliadas ao fluxo de caixa, *payback* e VPL, temos o método TIR (Taxa Interna de Retorno). A TIR representa o valor do custo de capital que faz com que o VPL se iguale a zero (GITMAN, 2001). É uma taxa que faz com que o investimento se auto remunere e pode ser calculada pela fórmula:

$$VPL(TIR) = \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Como visto anteriormente, para se obter o valor da TIR, utilizamos a fórmula do VPL, substituindo o valor do custo de capital k , pela TIR e igualamos a zero. Para isso, como valores de capital, utilizaremos o investimento total do projeto, menos as receitas do mesmo. Então:

$$VPL(TIR) = - \frac{R\$ 240.075,00}{(1 + TIR)^0} - \frac{R\$ 75.700,00}{(1 + TIR)^1} + \frac{R\$ 71.740,00}{(1 + TIR)^2} + \frac{R\$ 126.910,00}{(1 + TIR)^3} + \frac{R\$ 108.930,00}{(1 + TIR)^4} + \frac{R\$ 90.035,00}{(1 + TIR)^5} = 0$$

$$TIR = 7,3 \% \text{ ao trimestre}$$

Feitos os cálculos da TIR, foi possível concluir que seu valor é de 7,3% ao trimestre. Isso quer dizer que os juros do investimento inicial considerado no exemplo foram de 7,3% ao trimestre, superando a taxa de depreciação do capital considerada (1,5% ao trimestre). Entretanto, para se determinar a viabilidade do investimento, em relação à TIR, é preciso compará-la a outros investimentos, como compra de ativos financeiros, ações, poupança e etc. Caso a TIR seja maior do que a taxa de retorno que as outras possibilidades de investimento, pode-se concluir que o investimento é viável.

APÊNDICE F – PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS *STAKEHOLDERS*

Segundo TEIXEIRA (2011), a chave do sucesso de um projeto está na habilidade que o gestor de projetos tem em gerenciar as expectativas dos *stakeholders*. *Stakeholder* é qualquer pessoa ou organização que tenha interesse ou influência no projeto em si, tais como, fornecedores, clientes, concorrentes, prestadores de serviços e até mesmo a equipe de desenvolvimento (Figura 35).



Figura 35: Influência dos *Stakeholders* no projeto

Assim como estes *stakeholders* são fundamentais para o processo de desenvolvimento do projeto, eles também podem influenciá-lo negativamente. Então, identificar todas as partes envolvidas, bem como seu grau de relacionamento com o projeto torna-se uma atividade bastante interessante.

TEIXEIRA (2011) sistematiza esta atividade nos seguintes passos:

- O primeiro passo para identificar os *stakeholders* é reunir-se juntamente com os integrantes do projeto e fazer a seguinte pergunta a todos: “Quais indivíduos ou grupos podem impactar no projeto?”. Esta pergunta servirá para definir uma lista de nomes;

- Então, em posse da lista, é preciso completar a identificação, atribuindo um nome a pessoa ou organização, cargos e influências. Caso seja uma organização é fundamental anotar o nome da pessoa de contato, responsável por realizar a comunicação entre as partes;
- A seguir, para cada *stakeholder* identificado, o gerente de projetos deverá criar um mapa identificando o envolvimento esperado de cada um, bem como as suas contribuições para o projeto.

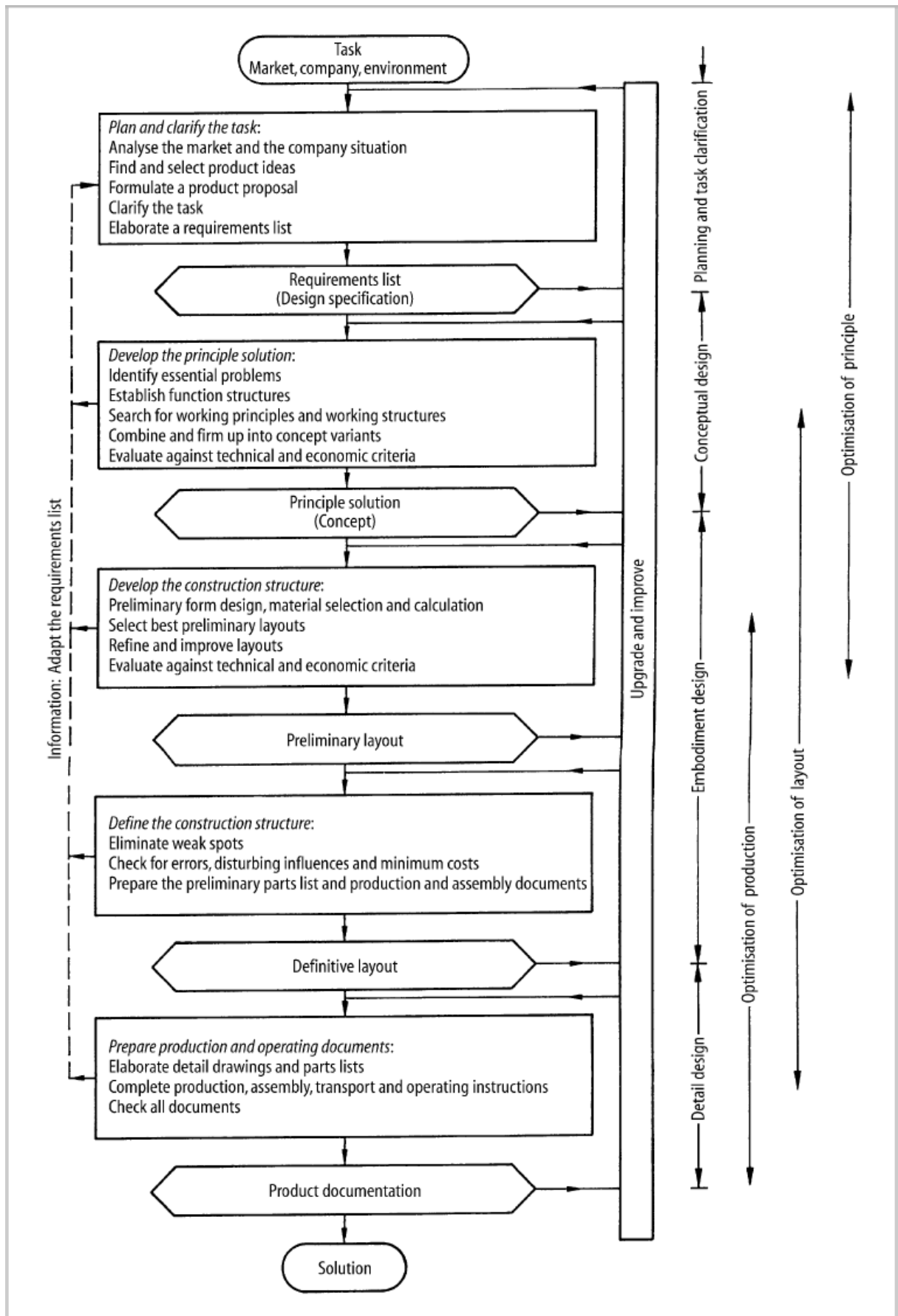
Este documento deverá ficar de posse somente do Gerente de Projetos, para que ele possa gerenciar as expectativas dos envolvidos. Não sendo necessário, a sua inclusão na biblioteca de arquivos do projeto.

ANEXOS

**ANEXO A – MODELO DE MATURIDADE PROPOSTO POR
ROZENFELD *et al.* (2006).**

Nível	Área de conhecimento	Sub nível	Pré-desenvolvimento				Desenvolvimento				Pós-desenvolvimento			Processo de apoio		Transformação do PDP	
			Planejamento estratégico do produto	Planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto	Acompanhar produto e processo	Descontinuar produto	Gerenciar mudanças de engenharia	Melhoria incremental do PDP				
Básico: realiza as atividades	Engenharia produto	1.1		Define requisitos, concepção, estrutura, desenhos, utiliza CAD, dimensiona itens		Projeto conceitual	Projeto detalhado	Preparação da produção	Lançamento do produto	Acompanhar produto e processo	Descontinuar produto	Gerenciar mudanças de engenharia	Melhoria incremental do PDP	Transformação do PDP			
	Marketing e qualidade	1.2	Escopo, atividades macro e tempo	Desdobra requisitos, analisa ciclo de vida	Considera requisitos na homologação do produto	Libera produção	Integra ações								Inicial		
	Engenharia processos, produção e suprimentos	1.3	Conversa com alta cúpula	Planeja processo macro, acordo com fornecedores	Produce lote piloto e homologa processo												
	Gestão de projetos e custos	1.4	Pensa em portfólio	Realiza estudo viabilidade, utiliza sistema	Realiza aprovação simples de fases (gates)												
Intermediário: utiliza padrões, métodos, gerencia atividades, é repetitivo	Engenharia produto	2.1	Planejamento das plataformas de produto integrado ao portfólio	Realiza análise de riscos, qualidade	Modelagem funcional, define princípios de solução, concepções alternativas, aplica matriz morfológica, DFx e QFD	Aplicação FMEA, utiliza CAE, GED											
	Marketing e qualidade	2.2	Realiza gestão de portfólio integrada ao planejamento estratégico da empresa		Os processos de negócio resultantes são desenhados e projetados simultaneamente											Com projetos de transformação gerenciados de forma integrada	
	Engenharia processos, produção e suprimentos	2.3		Integra parceiros da cadeia de suprimentos	Detalha o processo de fabricação e montagem, utiliza CSM, CAPP e PDM												
Avançado: utiliza padrões, métodos, gerencia atividades, é repetitivo	Gestão de projetos e custos e meio ambiente	2.4	Realiza todas as atividades de gestão de projeto, existe integração entre planos, realiza gates de projeto com critérios pré-definidos, monitora continuamente custo, volumes e preços previstos, monitora riscos, desenvolvimento sustentável é considerado														
	Resultados são mensuráveis	3															
	Existe controle e correções	4															
Melhoria contínua		5															

**ANEXO B – Modelo de Desenvolvimento de Produtos proposto por PAHL
& BEITZ (1996)**



ANEXO C – ANÁLISE DE RISCOS

Para VARGAS (2005), gerenciar riscos significa compreender a natureza do projeto envolvendo todos os membros da equipe, a fim de se identificar quais as forças e riscos do projeto, geralmente associados à qualidade, custo e tempo, para que seja possível antecipar, controlar e responder a estes riscos de maneira eficaz, sem que eles tragam qualquer tipo de problema para o andamento do projeto. VARGAS (2005) propõe que todos os riscos devem ser avaliados, de acordo com dois critérios: probabilidade de ocorrência e a gravidade das consequências. A gravidade normalmente deve ser expressa em termos de impacto financeiro, ou seja, caso este risco venha ocorrer, qual seria o prejuízo financeiro sobre o projeto. A multiplicação destes dois valores – probabilidade de ocorrência e gravidade das consequências – é denominada Valor Monetário Esperado (VME). Os riscos que apresentarem o maior valor para o VME devem ser aqueles priorizados em suas respostas.

O processo de análise de riscos compreende as seguintes atividades:

- Identificar os riscos incorridos no projeto – envolvimento de toda a equipe de desenvolvimento. Geralmente estes riscos estão associados à qualidade, custo e tempo;
- Para cada um dos riscos identificados, estimar a probabilidade de ocorrerem e a gravidade das suas consequências – em termos monetários. Então, calcular o VME;
- A partir dos valores para o VME encontrados, priorizar os mais elevados;
- Elaborar um plano de respostas para estes riscos, relatando como a empresa ou a equipe deverá reagir em caso de ocorrência.

No desenrolar do projeto, novos riscos podem surgir, daí, a importância de sempre monitorá-los e identificá-los, assim que houver a possibilidade que eles aconteçam.

**ANEXO D – *CHECKLIST* PARA IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS
DO PRODUTO (ROZENFELD, 2006)**

<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Desempenho Qual(is) a(s) função(ões) que o produto tem que cumprir? Quais são os parâmetros pelos quais as características funcionais serão avaliadas (velocidade, potência, resistência, precisão, capacidade, etc.)?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Meio Ambiente Quais as influências ambientais que o produto estará sujeito durante a manufatura, armazenamento, transporte, uso (temperaturas, vibrações, umidade, etc.)? Quais os efeitos do produto sobre o meio ambiente que devem ser evitados?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Vida em Serviço Quais as faixas de utilização do produto? Qual é a vida útil esperada para o produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Eficiência Quais as características relativas à eficiência que o produto deverá exibir? Custos, disponibilidade, confiabilidade (tempos, modos e efeitos associados às falhas), manutenibilidade (tempos), etc.?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Transporte Quais são os requisitos de transporte durante a produção e entrega do produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Embalagem Embalagem é necessária? Contra quais influências deve a embalagem proteger o produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Quantidade Qual o tamanho do lote? A produção será contínua ou por batelada?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Infraestrutura O produto deverá ser projetado para infraestruturas de manufatura existentes? São possíveis investimentos em novas instalações para a produção?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Tamanho e Peso Quais são os limites de tamanho e peso em função da produção, transporte e uso?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Estética, aparência e acabamento Quais são as preferências dos consumidores? Deverá o produto ter que seguir alguma tendência ou estilo específico?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos Materiais São necessários materiais especiais? Existem materiais que não devem ser usados (por razões de segurança dos usuários ou por efeitos do meio ambiente)? Quais as propriedades dos materiais que são necessárias?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Normas Quais são as normas (internas, nacionais e internacionais) aplicáveis ao produto e a produção?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Ergonomia Quais os requisitos com relação à percepção, uso, manipulação, etc., a que o produto deverá atender?

Quadro 10: Checklist para obtenção de requisitos do produto

Fonte: Adaptado de ROZENFELD *et al.* (2006)

<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Armazenamento e Estocagem São necessários longos períodos de tempo de armazenamento durante a produção, distribuição e uso? Isso torna necessária alguma medida específica de conservação?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Testes Para quais testes funcionais e de qualidade o produto será submetido, dentro e fora da empresa?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Segurança Deverá ser providenciada alguma estrutura ou instalação especial para a segurança dos usuários e não usuários?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Política do Produto A família ou plataforma do produto impõe algum requisito sobre o produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Implicações Sociais e Políticas Qual a opinião do público com relação ao produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Responsabilidade do Produto Quais são as possíveis consequências não intencionais da produção, operação e uso pelas quais o fabricante poderá ser responsabilizado?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Operação e Instalações Quais requisitos são necessários para a montagem e instalação final fora da fábrica, e para o aprendizado, uso e operação do produto?
<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de Reuso, Reciclagem e Descarte É possível prolongar o ciclo dos materiais pelo reuso de materiais e partes? Podem os materiais e suas partes serem separados para o descarte?

Quadro 11: Checklist para obtenção de requisitos do produto (Continuação)

Fonte: Adaptado de ROZENFELD *et al.* (2006)

ANEXO E – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO QFD

Para tornar mais clara a utilização da metodologia do QFD este item trará um exemplo prático de sua aplicação no desenvolvimento de um projeto de abridor de latas, apresentado pelo livro *Projeto do Produto* (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2010).

A primeira etapa para a construção do QFD é a identificação dos clientes. Partindo daí, são identificados os requisitos dos clientes, por meio das questões “quais são os requisitos/necessidades para o abridor de latas?”. Após a identificação destes requisitos, eles devem ser organizados e hierarquizados, de acordo com o Quadro 10.

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Ser fácil de usar	Ser fácil de abrir a lata	Ser leve
		Ter bom corte
		Usar pouca força
		Ter formato anatômico
	Ser fácil de lavar	Ter poucas cavidades
		Ser liso
		Ter poucas pontas
Ser durável	Manter o corte	

Quadro 12: Desdobramento dos Requisitos dos Clientes

Fonte: ROMEIRO FILHO *et al.* (2010)

O próximo passo é desenvolver a qualidade planejada para os requisitos dos clientes, a partir do terceiro nível de desdobramento. O Quadro 11 apresenta a definição de cada uma das colunas, ao passo que a Figura 36 representa o resultado final da qualidade planejada para os requisitos.

A seguir, os requisitos dos clientes são traduzidos em requisitos ou características do produto (características da qualidade do produto). Estas características são, então, definidas em linguagem técnica de engenharia, com valores acompanhados de sua respectiva unidade

Coluna	Descrição
Grau de importância	Avaliação feita pelo cliente da importância do requisito do cliente em uma escala de 1 a 5, sendo 5 “muito importante)
Produto da Empresa	Avaliação feita pelo cliente do desempenho do produto atual da empresa em cada requisito do cliente, em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “péssimo” e 5 “excelente”
Concorrentes A e B	Avaliação feita pelo cliente do desempenho dos concorrentes A e B, naquele requisito do cliente, em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “péssimo” e 5 “excelente”
Qualidade Planejada	Atribuição feita pela equipe de QFD do quanto se deseja melhorar o desempenho de cada requisito do cliente (valor alvo a ser alcançado), em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “péssimo” e 5 “excelente”
Índice (ou taxa) de melhoria	Divisão do valor alvo pelo desempenho do produto atual em cada um dos requisitos do cliente
Argumento de venda	Ponderação adicional que considera o benefício estratégico do requisito do cliente que auxilia nas vendas do produto, na seguinte escala: 1 – “nenhum”; 1,2 – “comum”; 1,5 – “especial”
Peso absoluto	Multiplicação do grau de importância pelo índice de melhoria pelo argumento de vendas
Peso relativo	Conversão do peso absoluto em contribuição percentual de cada requisito do cliente em relação ao peso total (peso absoluto de cada requisito do cliente dividido em somatório dos pesos absolutos)

Quadro 13: Significado das colunas na qualidade planejada

Fonte: ROMEIRO FILHO *et al.* (2010)

Então, a etapa seguinte corresponde à definição das relações entre os requisitos dos clientes e do produto, de acordo com sua intensidade. Estas informações são destinadas a matriz de relações – parte central da Figura 37. Após definir as relações internas da matriz, é hora de definir a qualidade projetada. O somatório da multiplicação entre o grau de importância dado a cada requisito do cliente e a importância dessa relação (nenhuma, fraca, moderada ou forte), em cada coluna, define a “importância relativa” de cada característica da qualidade. A avaliação em cada característica da qualidade para o produto atual nas unidades respectivas de cada característica é representada pela linha “Produto atual/Protótipo”. As linhas “concorrente A” e “concorrente B” são as comparações de cada característica da qualidade com os produtos dos concorrentes. Por fim, a “qualidade projetada” representa o valor alvo que a empresa

determinará para cada característica. De acordo com a matriz, pode-se notar, então, que a “força de corte” é o que resultou no maior valor e deve, então, ser priorizados no projeto e etapas posteriores à produção. A Figura 37 representa o resultado final da matriz da Casa da Qualidade do QFD. Lembrando que ela poderia ainda ser desdobrada nas demais vertentes da Função Qualidade.

	Grau de Importância	Produto da Empresa	Concorrente A	Concorrente B	Qualidade Planejada	Índice de Melhoria	Argumento de Vendas	Peso Absoluto	Peso Relativo
Nível 3									
Ser leve	1	5	3	4	2	0,40	1	0,4	0,6
Ter bom corte	5	3	3	4	5	1,67	1,5	12,5	18,5
Usar pouca força	5	1	2	3	4	4	1,5	30,0	44,5
Ter formato anatômico	4	2	4	4	4	2	1,2	9,6	14,2
Ter poucas cavidades	3	4	3	3	4	1	1	3,0	4,4
Ser liso	2	3	3	4	4	1,33	1	2,7	3,9
Ter poucas pontas	2	4	1	3	4	1	1	2,0	3,0
Manter o corte	5	4	5	4	5	1,25	1,2	7,5	11,1
								67,7	100,0

Figura 36: Qualidade Planejada para o abridor de latas

Fonte: ROMEIRO FILHO *et al.* (2010)

Então, pode-se concluir que o QFD consiste em uma importante ferramenta, por meio da qual todos os requisitos dos clientes, do produto, de materiais e processos de fabricação poderão ser transformados em variáveis numéricas e quantificáveis. Ao final deste processo, teremos, então, a definição de todas as especificações-meta do produto, bem como algumas informações qualitativas, que podem ser retiradas a partir das matrizes, e serão utilizadas nas etapas de modelagem tridimensional e análise dos componentes do produto.

Características da Qualidade (CQ)														
Qualidades Exigidas (QE)	Massa	Comprimento	Vida Útil	Força de Corte	Número de Peças	Grau de Importância	Produto da Empresa	Concorrente A	Concorrente B	Qualidade Planejada	Índice de Melhoria	Argumento de Vendas	Peso Absoluto	Peso Relativo
Nível 3														
Ser leve	◆	■			■	1	5	3	4	2	0,40	1	0,4	0,6
Ter bom corte			○	◆		5	3	3	4	5	1,67	1,5	12,5	18,5
Usar pouca força		■	■	◆		5	1	2	3	4	4	1,5	30,0	44,5
Ter formato anatômico		■				4	2	4	4	4	2	1,2	9,6	14,2
Ter poucas cavidades	■				○	3	4	3	3	4	1	1	3,0	4,4
Ser liso		■				2	3	3	4	4	1,33	1	2,7	3,9
Ter poucas pontas					■	2	4	1	3	4	1	1	2,0	3,0
Manter o corte			◆	○		5	4	5	4	5	1,25	1,2	7,5	11,1
Peso Absoluto CQ	9,8	63,1	199,5	598,5	16,8	887,7						67,7	100,0	
Peso Relativo CQ	1,1	7,1	22,5	67,4	1,9	100,0								
Produto atual/protótipo	12	80	754,0	0,9	4									
Concorrente "A"	93,5	150	502,6	0,65	10									
Concorrente "B"	51,7	135	251,3	0,25	9									
Qualidade Projetada	120	155	750	0,25	15									
Unidades	g	mm	m	N	-									

Relação:

- ◆ Forte x9
- Moderada x3
- Fraca x1

Figura 37: Matriz QFD para o abridor de latas

Fonte: ROMEIRO FILHO *et al.* (2010)

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196