

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**SISTEMÁTICA PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO
DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NUM AMBIENTE
DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**MÁRCIO SILVA ALVES BRANCO
FLORIANÓPOLIS, DEZEMBRO DE 1998**

SISTEMÁTICA PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NUM AMBIENTE DE
ENGENHARIA SIMULTÂNEA

MÁRCIO SILVA ALVES BRANCO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE

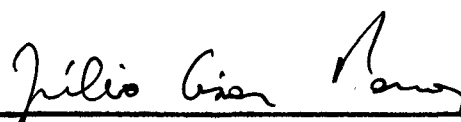
MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
PROJETO DE SISTEMAS MECÂNICOS, APROVADA EM SUA FORMA
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA.



Prof. Nelson Back, Ph.D.

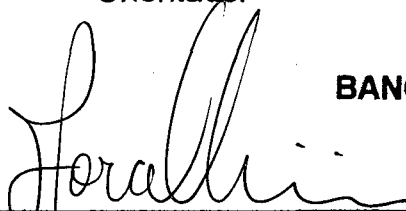
Orientador



Prof. Júlio Cesar Passos, Dr. Eng.

Coordenador de Curso

BANCA EXAMINADORA



Fernando A. Forcellini, Dr.Eng.

Presidente



Prof. Marcelo Krajnc Alves, Ph.D.

Membro



Prof. Acires Dias, Dr.Eng.

Membro

Dedico este trabalho aos meus pais.

Agradecimentos

- Ao Professor Nelson Back pela orientação e colaboração prestada.
- Aos Professores do NeDIP, Fernando A. Forcellini, Acires Dias e André Ogliari pela presteza e solidariedade dedicada.
- Aos companheiros de curso e do NeDiP pela amizade compartilhada ao longo destes anos, em especial ao colega e amigo desde a graduação, Cristiano Vasconcelos Ferreira.
- Aos bolsistas do Laboratório que colaboraram com a execução desta dissertação.
- Aos técnicos do NeDIP, Roberto e Batista pelo companheirismo.
- À UFSC, pela oportunidade oferecida para que se tornasse possível a realização deste trabalho.
- Aos amigos pelo apoio no dia a dia.
- Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado.

Sumário

Dedicatória	III
Agradecimentos.....	IV
Sumário	V
Lista de Figuras.....	VIII
Lista de Tabelas	X
Resumo	XI
Abstract	XII
Capítulo I – Introdução.....	1
1. 1 Introdução.....	1
1. 2 Objetivos do trabalho.....	4
1. 3 Justificativas do trabalho	5
1. 4 Conteúdo do trabalho.....	10
Capítulo II - Processo de desenvolvimento de produtos.....	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Caracterização do processo de desenvolvimento	12
2.3 Modelos do processo de desenvolvimento de produtos.....	16
2.3.1 O projeto como uma resolução de um problema.....	16
2.3.2 Modelo de desenvolvimento por fases	18
2.3.3 Modelos de desenvolvimento integrado	22
2.4 Considerações finais	24
Capítulo III - O gerenciamento do desenvolvimento.....	26
3.1 Introdução.....	26
3.2 Abordagem do gerenciamento dentro do desenvolvimento	27
3.3 O planejamento	29
3.3.1 Procedimentos.....	33
3.3.2 Orçamento.....	34
3.3.3 Programas ou programações	34
3.3.4 Regras e regulamentos	34
3.4 Organização	35
3.4.1 Tipos de organizações	36
3.4.1.1 Estrutura funcional.....	38
3.4.1.2 Estrutura por projeto.....	39
3.4.1.3 Estrutura matricial.....	40
3.5 Liderança e gestão	41
3.6 Acompanhamento e controle.....	44
3.7 Considerações finais	46

Capítulo IV - A engenharia simultânea	48
4.1 Introdução.....	48
4.2 Fatores que influenciam o desenvolvimento	49
4.3 O desenvolvimento num ambiente de engenharia simultânea	51
4.3.1 Aspectos de implementação da engenharia simultânea	53
4.3.1.1 Estratégias.....	53
4.3.1.2 Áreas potenciais para o aperfeiçoamento	57
4.3.2 Técnicas empregadas	62
4.3.3 Infra-estrutura necessária.....	63
4.3.4 Diretrizes para implementação	64
4.4 Considerações finais	68
Capítulo V - Estruturas para integração do processo	69
5.1 Introdução.....	69
5.2 A integração	70
5.3 O modelo de coordenação de projetos.....	71
5.4 O modelo PACE	74
5.5 O modelo CONSENS	79
5.6 Considerações finais	81
Capítulo VI - Sistemática gerencial para o desenvolvimento de Produtos	83
6.1 Introdução.....	83
6.2 Aspectos sobre liderança e organização	85
6.2.1 Liderança.....	85
6.2.2 O comitê de aprovação de produtos.....	86
6.2.3 A equipe central de desenvolvimento.....	87
6.3 Sistemática gerencial para o ambiente de engenharia simultânea.....	90
6.4 Considerações finais	112
Capítulo VII - Aplicação da sistemática proposta para o processo de desenvolvimento de produtos por injeção de pós metálicos	114
7.1 Introdução.....	114
7.2 Componentes injetados	114
7.3 Sistemática gerencial.....	116
7.3.1 Considerações iniciais.....	117
7.3.2 Formação do CAP e da equipe central do desenvolvimento de produtos injetados.....	118
7.3.3 Aplicação da sistemática	119
7.4 Considerações finais	139
Capítulo VIII - Conclusões e recomendações	141

Glossário	145
Referências bibliográficas	147
Apêndice A	150
Apêndice B	154

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Requisitos para a competitividade dos produtos.....	1
FIGURA 1.2 - Fatores determinantes da competitividade da indústria (Back).....	2
FIGURA 1.3 - Dimensões e evolução de uma empresa(McGrath <i>et all</i> , 1992).....	6
FIGURA 2.1 - Ciclo de vida de um produto (Pahl & Beitz, 1995).....	12
FIGURA 2.2 - Rotas: necessidade - produtos (Ullmam, 1992)	13
FIGURA 2.3 - Características das tarefas de projeto (Pahl & Beitz, 1995).....	14
FIGURA 2.4 - Processo de resolução de problemas por "tentativa e erros (Roozenburg & Eekels, 1995).....	17
FIGURA 2.5 - Modelo do processo de projeto segundo Pahl & Beitz (1995).	19
FIGURA 2.6 - Divergência e convergência no processo de projeto(VDI 2222, 1987)..	21
FIGURA 2.7 - Modelo de desenvolvimento proposto por Andreasen (1987).....	23
FIGURA 2.8 - Elementos do desenvolvimento de produtos, adaptado de Andreasen (1987).....	24
FIGURA 3.1 - A interligação entre planejamento estratégico, tático e operacional (Chiavenatto, 1993).....	30
FIGURA 3.2 - Macroabordagem da administração (Chiavenatto, 1993).....	36
FIGURA 3.3 - Tipos de estruturas organizacionais Eppinger e Ulrich (1995).....	37
FIGURA 3.4 - Tipos de funções e módulos de produtos modulares e mistos.[4]	40
FIGURA 4.1 - Avaliação do processo de desenvolvimento (Gupta <i>et all</i> , 1990).....	50
FIGURA 4.2 - "Triângulo Mágico" (Bullinger <i>et all</i> , 1996).....	51
FIGURA 4.3 - Aspectos de paralelização [adaptado de Bullinger <i>et all</i> , (1996)]......	54
FIGURA 4.4 - Aspectos da padronização [adaptado de Bullinger <i>et all</i> , (1996)].	55
FIGURA 4.5 - Aspectos da integração [adaptado de Bullinger <i>et all</i> , (1996)]......	56
FIGURA 4.6 - Aspectos organizacionais (Bullinger <i>et all</i> , 1996).....	58
FIGURA 4.7 - Mudanças nos processos (Bullinger <i>et all</i> , 1996).....	59
FIGURA 4.8 - Recursos humanos (Bullinger <i>et all</i> , 1996).....	60
FIGURA 4.9 - Recursos físicos (Bullinger <i>et all</i> , 1996)	61
FIGURA 4.10 - O processo de implantação (Bullinger <i>et all</i> , 1996).....	67
FIGURA 5.1 - Estrutura de coordenação de projetos (Duffy,1995).	72
FIGURA 5.2 - O modelo PACE (McGrath, 1992).....	75
FIGURA 6.1 - Sistema gerencial.....	83
FIGURA 6.2 - Estrutura da equipe central de desenvolvimento de produtos.	88

FIGURA 6.3 - A equipe central e seu fluxo de informação.	90
FIGURA 6.4 - Gráfico ilustrando a interligação entre volume de vendas, tempo e lançamento de produtos (análise de maturidade de produtos).....	93
FIGURA 6.5 - Nível de detalhamento do planejamento do desenvolvimento.	96
FIGURA 6.6 - Representação do processo de desenvolvimento.	97
FIGURA 6.7 - Estrutura desmembrada de projeto (EDP) para um projeto genérico.	98
FIGURA 6.8 - Sequenciamento de atividades.	101
FIGURA 6.9 - Estimativa de duração das atividades.....	102
FIGURA 6.10 - Perfil de recursos de uma rede pressupondo que todas as atividades são iniciadas tão cedo quanto possível.....	107
FIGURA 6.11 - Perfil de recursos de uma rede com atividades não críticas atrasadas para adequar-se às limitações de recursos, neste caso isso efetivamente muda a lógica da rede para tornar as atividades críticas.....	108
FIGURA 6.12 - Sistema de suporte à decisão.....	111
FIGURA 7.1 - Estruturas organizacionais das empresas do ramo de produtos injetados.....	116
FIGURA 7.2 - Interligação entre as estruturas organizacionais empresariais com a estrutura por equipe central para o desenvolvimento de produtos injetados.	117
FIGURA 7.3 - Processo de projeto de componentes injetados proposto por Malloy (1994).	123
FIGURA 7.4 - Estrutura de desdobramento de projeto para o desenvolvimento de um produto injetado.....	124

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - Características de cada estágio (McGrath <i>et al</i> , 1992).	9
TABELA 3.1 - Tipos de organizações empresariais	37
TABELA 6.1 - Visões estratégicas envolvendo o desenvolvimento de um produto [10].	92
TABELA 6.2 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 1.	93
TABELA 6.3 - Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 1	94
TABELA 6.4 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 1.....	99
TABELA 6.5 – Lista de atividades para o desdobramento da função qualidade (QFD).....	99
TABELA 6.6 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 2.	100
TABELA 6.7– Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 3.	102
TABELA 6.8 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 4 (recursos diversos).	103
TABELA 6.9 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 4 (recursos humanos).	104
TABELA 6.10 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 5. ...	106
TABELA 6.11 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 4.	109
TABELA 7.1 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto conceitual do componente	128
TABELA 7.2 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto preliminar do componente.	129
TABELA 7.3 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto detalhado do componente	130
TABELA 7.4 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto conceitual do molde.	131
TABELA 7.5 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto preliminar do molde.	132
TABELA 7.6 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto detalhado do molde.	132
TABELA 7.7 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades da fabricação do molde.	133
TABELA 7.8 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades de testes e avaliações de desempenho do molde.	133
TABELA 7.9 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do planejamento/ projeto do processo de injeção.	134
TABELA 7.10 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades de processo após injeção.	134

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposição de uma sistemática para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos cujo objetivo é o de repensar o respectivo processo de forma a torná-lo integrado e gerenciável.

Inicialmente, apresenta-se metodologias de projeto propostas por vários autores, onde se caracteriza o desenvolvimento de produtos; um estudo sobre diferentes abordagens administrativas; aspectos de implementação da engenharia simultânea e uma revisão bibliográfica sobre estruturas de integração para ambientes de desenvolvimento de produtos.

Com base nas informações levantadas foi, então, proposta uma sistemática, desenvolvida no Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NEDIP) do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao final da dissertação, é apresentado um exemplo de aplicação dessa sistemática desenvolvida, procurando particularizá-la para o contexto da indústria de produtos injetados, isto é, descreve-se um programa para o gerenciamento do desenvolvimento de produtos desta área.

Abstract

This study presents a proposition of a systematic for the management of the product development process whose objective is to rethink the respective process to turn it integrated and manageable.

Initially, a brief review of project methodologies proposals of several authors is presented, where the product development is characterized; a study on different administrative approaches is shown; aspects of simultaneous engineering implementation and a bibliographical review of integration structures for product development environment.

Based on information acquired was, then, proposed a systematic, developed in the Nucleus of Integrated Product Development (NEDIP) of the Department of Mechanical Engineering of Federal University of Santa Catarina.

At the end of the dissertation, an example of application of that systematic developed is presented, trying to particularize it for the context of the industry of injection molding products.

Capítulo I

Introdução

1.1) Introdução

Durante os anos 70 e através dos 80, dramáticos melhoramentos nos processos de fabricação e produção começaram a gerar rápidas alterações nos balanços de competitividade em vários segmentos de mercados industriais. As vantagens alcançadas sobre custos, qualidade e tempo através de processos tais como o *just in time* (JIT) e o *total quality management* (TQM) foram tão significativos que todas as grandes companhias precisaram se adequar. Em indústrias como a automotiva e de produtos eletro-eletrônicos, por exemplo, empresas japonesas obtiveram grande impulso e passaram de posições secundárias a posições dominantes em seus respectivos mercados, pois conseguiram introduzir, precocemente e de maneira brilhante, as novas técnicas e metodologias desenvolvidas na época (McGrath *et al*, 1992). A figura 1.1 ilustra os requisitos primários para a competitividade nos mercados de produtos industriais.



Figura 1. 1 - Requisitos para a competitividade dos produtos.

Atualmente, como se refere Back (1996), o desempenho competitivo de uma empresa, indústria ou nação é condicionado por um vasto conjunto de fatores, que pode ser subdividido naqueles internos à empresa, nos de natureza estrutural, pertinentes aos setores e complexos industriais, e nos de natureza sistêmica, como mostrado na figura 1.2.

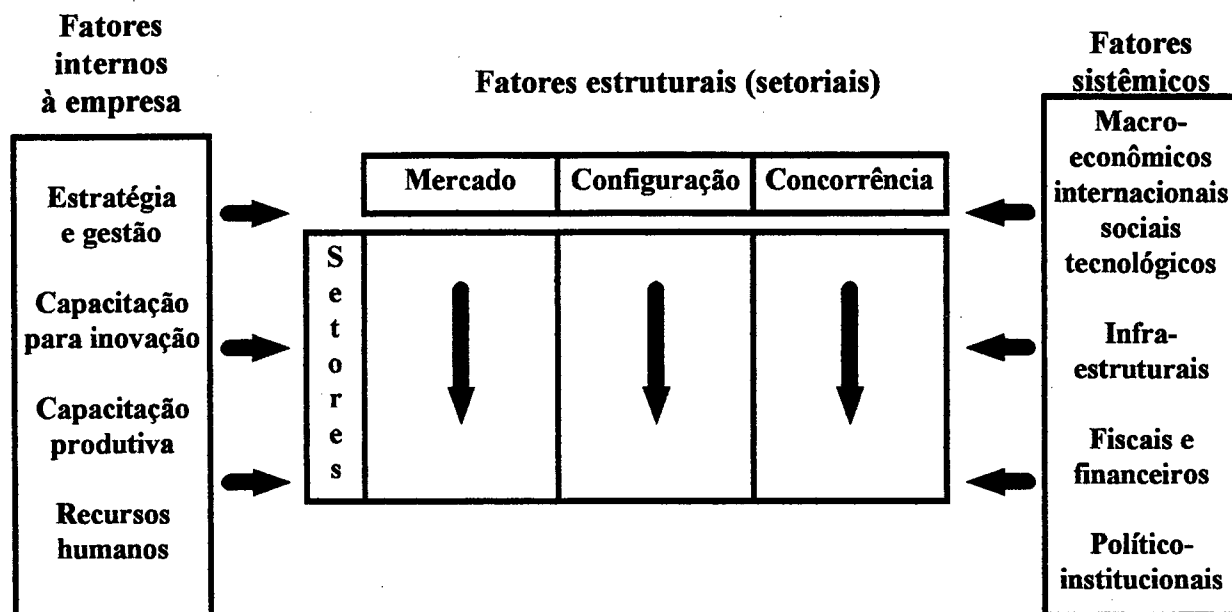


Figura 1.2 - Fatores determinantes da competitividade da indústria (Back).

Os fatores internos à empresa são aqueles que estão sob a sua esfera de decisão e através dos quais procura se distinguir de seus competidores. Incluem-se os estoques de recursos acumulados pela empresa, as vantagens competitivas que possuem e a sua capacidade de ampliá-las. Pode-se citar, entre outras, a capacidade tecnológica e produtiva; a qualidade e a produtividade de recursos humanos; o conhecimento do mercado e a capacidade de se adequar às suas especificidades; a qualidade e a amplitude de serviços pós-vendas; as relações privilegiadas com usuários e fornecedores.

Os fatores estruturais são aqueles que, mesmo não sendo inteiramente controlados pela firma, estão parcialmente sob sua área de influência e caracterizam o ambiente competitivo que a enfrenta diretamente. Estes fatores se relacionam às características dos mercados consumidores, à configuração da indústria em que a empresa atua e à concorrência.

Os fatores sistêmicos são aqueles dos tipos: macroeconômicos; político-institucionais; regularizadores; infra-estruturais e sociais.

Quanto aos fatores internos numa empresa produtora de bens ou produtos, o fundamental é a qualidade dos mesmos, que tem hoje em dia um conceito bem amplo, isto é, o produto deve ter qualidade em todos os aspectos do seu ciclo de vida. O ponto de partida é o projeto no qual devem ser considerados os aspectos do produto.

Hoje em dia estão superadas as visões econômicas tradicionais que definiam a competitividade como uma questão de preços, custos e taxas de câmbio. É importante salientar que a fase de projeto dentro de todo o desenvolvimento, isto é, desde a identificação das necessidades de um produto, passando por sua produção, até seu descarte, consome apenas cerca de 7% dos recursos envolvidos em todo este processo, mas é responsável pela definição de 70% a 80% do custo final deste (Back, 1996). Assim, o desenvolvimento de produtos é uma das atividades chave de um empreendimento, pela qual a empresa cria e mantém a competitividade de seus produtos e serviços. Este processo tem que ser entendido como a parte mais integral dos processos negociais, nele estão inseridos todos os conjuntos de fatores relacionados com o desempenho competitivo de uma empresa, citados anteriormente.

Esta realidade nos mostra a infinidade de conhecimentos agregados ao ambiente de projeto e gera muitas outras variáveis para a obtenção da excelência na atividade de projeto e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de um produto.

1.2) Objetivos do trabalho

Colocada a problemática, pode-se formular as hipóteses sobre as quais se procurará trabalhar no sentido de comprovar o problema e apresentar alternativas de solução.

A primeira delas é de que as empresas estão encarando os projetos de desenvolvimento de produtos de uma maneira distinta de anos passados e dado o momento de grandes mudanças no quadro competitivo, faz-se necessária a sistematização do conhecimento sobre metodologias integradas de desenvolvimento que figuram crescentemente na bibliografia atual. A segunda, no que se refere ao gerenciamento deste processo, é que a literatura apresenta apenas recomendações superficiais, e sendo assim, necessita-se de uma pesquisa maior sobre este assunto.

Este trabalho tem por objetivo principal e geral a tarefa de repensar, de modo a agregar subsídios administrativos, o processo de desenvolvimento de produtos no intuito de torná-lo integrado e gerenciável, fazendo o elo de ligação entre as diretrizes estratégicas empresariais e o desenvolvimento de um novo produto, mostrando a necessidade desta nova forma para a inserção dele dentro dos processos de excelência de uma empresa.

Como objetivos específicos, tem-se a apresentação dos aspectos ligados à engenharia concorrente junto à integração, dando indicações de estratégias, áreas afetadas da empresa, de aspectos de implementação, modelos de estruturas responsáveis por esta integração e de aspectos gerais sobre planejamento, organização, coordenação e controle de todo este processo neste ambiente complexo. Uma proposta de sistematização do gerenciamento do processo de desenvolvimento também é apresentada, sendo este tópico, como o próprio título da dissertação apresenta, o de maior importância dentro da dissertação.

Procurar-se-á com o trabalho, auxiliar especialmente empresas no que tange ao gerenciamento do processo de desenvolvimento de novos produtos e, logicamente, colaborar com todos que se interessam pelo assunto.

1.3) Justificativas do trabalho

De acordo com McGrath *et all* (1992), no contexto atual, o desenvolvimento de novos produtos, ou seja, inéditos no mercado, é um dos processos mais intrincados e críticos que uma empresa possui. Pode-se destacar 4 principais estágios na evolução de um processo empresarial, envolvendo a excelência do desenvolvimento de produtos:

- **estágio 0:** Processo incompleto. Neste estágio, certos elementos necessários ao processo de desenvolvimento de produtos faltam ou se apresentam extremamente fracos;
- **estágio 1:** Processo funcional. É o estágio clássico onde as responsabilidades das atividades de desenvolvimento estão distribuídas entre organizações funcionais ou departamentos e a coordenação é feita através de contratos internos;
- **estágio 2:** Processo integrado. É marcado pela integração funcional em vários níveis, desde o nível institucional, através de um comitê central para tomada de decisões, até a formação de equipes multi-disciplinares organizadas para atenderem tarefas especializadas ou diferenciadas. É um passo fundamental na obtenção de um processo de desenvolvimento de excelência e;
- **estágio 3:** Processo de excelência. É a realização de um desenvolvimento guiado por um processo negocial, onde todos os fatores envolvidos no desenvolvimento de um produto estejam integrados e funcionais, ou seja, o desenvolvimento tem que estar em concordância com o planejamento estratégico da empresa e com todos os departamentos e setores envolvidos no processo. Um efetivo gerenciamento, que faça a transferência das diretrizes do planejamento estratégico para o tático e o operacional organizando, coordenando e controlando todo este ambiente ativo, é parte imprescindível para um desenvolvimento operacional e otimizado neste estágio.

Pode-se dizer que, no contexto do desenvolvimento de novos produtos, as empresas se distinguem em duas principais dimensões para se enquadrar em algum determinado estágio. Uma delas, envolve o potencial tecnológico e funcional, onde podem ser caracterizadas por vários níveis de organização funcional e de conhecimento técnico. Uma segunda dimensão é a que se caracteriza pela competência na execução das atividades pertinentes ao processo de desenvolvimento, ou seja, pelo gerenciamento.

Analisando a figura 1.3, que caracteriza as empresas pelas duas dimensões citadas, podemos avaliar mais precisamente como se dá a evolução destas, estágio a estágio, no que tange ao desenvolvimento de produtos.

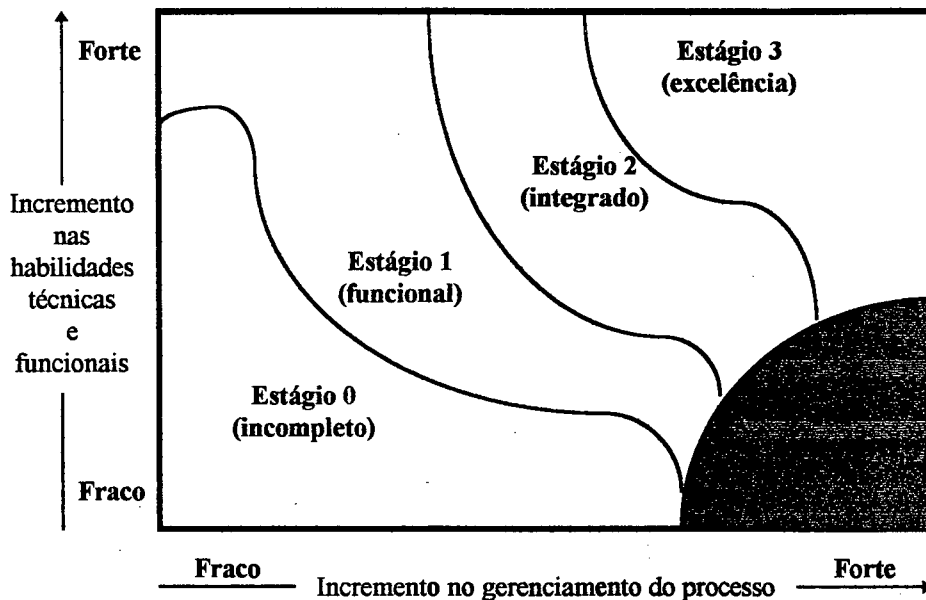


Figura 1.3 - Dimensões da evolução de uma empresa (McGrath *et al*, 1992).

O estágio 0 é marcado por algum grau de organização funcional e pela capacidade tecnológica de cada departamento, sendo que, ocasionalmente, esta dimensão pode alcançar um patamar razoavelmente elevado. Por outro lado, entretanto, sua capacidade em gerenciar um processo ou negócio é fraca. Esta empresa não possui uma metodologia de processo de desenvolvimento estabelecida e as atividades são executadas de acordo com a experiência dos respectivos responsáveis por cada área.

No estágio 1, a tendência, ainda, é a de favorecer as habilidades técnicas e funcionais em detrimento do estabelecimento de uma metodologia de processo integrado para a realização das atividades. Segundo McGrath *et al* (1992), a maioria das empresas estão neste estágio. Elas tendem a desenvolver departamentos fortes e com excelente performance técnica, tais como: pesquisa e desenvolvimento, fabricação e vendas. No entanto, não há integração entre estes, dificultando a execução das atividades multifuncionais. Algumas destas organizações podem, eventualmente, ter alguma competência em desenvolver um negócio ou produto em troca das capacidades técnicas departamentais, existindo assim, uma metodologia de projeto e desenvolvimento estabelecida, mas ainda longe da execução com um nível de excelência.

Já no estágio 2, as empresas possuem integração de todas as áreas necessárias num desenvolvimento e dão passos importantes em direção ao gerenciamento do processo, envolvendo um negócio ou produto. As responsabilidades de cada área estão estabelecidas e o trabalho em equipe, operacional, criando um ambiente propício para a excelência do desenvolvimento de produtos.

As empresas que alcançam uma sólida integração através de um eficiente gerenciamento de todas as atividades pertinentes ao desenvolvimento e também de um planejamento estratégico, tático e operacional sustentando todas as atividades da empresa, direcionando-as para um mesmo objetivo que é o processo negociado, atingem a excelência, e estão inseridas no estágio 3. Toda esta integração não se dá somente em relação ao desenvolvimento de produtos, como também, em relação a todas as atividades desenvolvidas na empresa que caracterizam sua competitividade no mercado industrial.

Como pode ser observado na extensa literatura sobre o desenvolvimento de produtos, muito já se desenvolveu a respeito do conhecimento científico exigido para a evolução deste ambiente em termos de metodologias, ferramentas, e técnicas na parte de projeto.

Entretanto, este conhecimento está pouco sistematizado no que se refere ao gerenciamento de desenvolvimento de produtos especificamente. Sabe-se, ainda de

maneira vaga, o que se tem a fazer, pois, as informações encontradas na literatura apresentam apenas recomendações superficiais sobre aspectos relacionados a este assunto, ou seja, de como fazer o planejamento, a organização, a coordenação e o controle deste processo.

De acordo com Brasil (1997), em seu estudo sobre o conhecimento e uso de metodologias de desenvolvimento de produtos em empresas brasileiras, entre os pontos que mereceram atenção, destaca-se aquele que aborda os procedimentos adotados por estas na condução do processo de desenvolvimento de produtos. Sobre este assunto, a imagem remanescente ao término da pesquisa é que tais procedimentos não acompanharam a evolução da tecnologia no que diz respeito à complexidade dos produtos atuais. Não se percebeu nas empresas, salvo poucas exceções, uma estratégia sistemática, prevendo um desdobramento metódico e ordenado ao trabalho que dê a eles a segurança do controle sobre o processo. Ao contrário, o trabalho é conduzido pela idiosincrasia de quem, com freqüência, encontra-se na condição de decisão, na maioria das vezes pessoas que não possuem um suporte de conhecimentos que lhes permita ter o domínio do desenvolvimento como um todo.

O significado do processo de projeto e de seu desenvolvimento na determinação do sucesso ou falha de um produto no mercado está crescendo constantemente tornando, cada vez mais importantes, os ganhos de eficiência e produtividade dentro do desenvolvimento, como insinuado por Rimmer (Duffy, 1995):

“Um estudo realizado em meados dos anos 80 sugere que a efetividade total da atividade de desenvolvimento é cerca de 4%. A explicação está no fato, de acordo com este estudo, de que na média os engenheiros gastam em torno de um terço do tempo total deles em atividades ‘reais’ de projeto, deste tempo, somente um terço é gasto na resolução de problemas e o gerenciamento destas atividades tomam mais um terço deste tempo (isto é, $1/3 \times 1/3 \times 1/3 \approx 4\%$). Isto leva à conclusão que o potencial de melhoramento da produtividade na área de desenvolvimento de produtos é substancial. Em geral, uma quantidade substancial de tempo e esforços são gastos pela pouca objetividade dos esforços na aplicação do gerenciamento deste processo.”

Tabela 1.1 - Características de cada estágio (McGrath *et al*, 1992).

	Estágio 0 Incompleto	Estágio 1 Funcional	Estágio 2 Integrado	Estágio 3 Excelência
Processo de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Informal ou • Processo formal não praticado 	<ul style="list-style-type: none"> • Um processo para cada atividade • Seqüencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo integrado e seguido com consistência 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta taxa de sucesso na inovação ou introdução de um novo produto • Processo em contínuo aperfeiçoamento
Organização	<ul style="list-style-type: none"> • pouca organização 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte separação funcional • Políticas internas fortes 	<ul style="list-style-type: none"> • Dedicado a equipes multi-funcionais • Boa integração 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes experientes • Capacidade de desenvolvimento multi-localizado
Processo de revisão	<ul style="list-style-type: none"> • Somente para resolução de problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisões mensais 	<ul style="list-style-type: none"> • É realizado de acordo com as previsões do processo 	<ul style="list-style-type: none"> • Parte da cultura de projeto
Papel estratégico	<ul style="list-style-type: none"> • Falho • Empresa tentando sobreviver 	<ul style="list-style-type: none"> • Rígido • Prejudicial à competitividade 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo permite a proximidade com outras áreas 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo como fonte de superioridade competitiva • A estratégia explora o processo
Gerenciamento	<ul style="list-style-type: none"> • Não há planejamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamentos por departamento, não integrados 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes programam suas atividades e usam ferramentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso do gerenciamento como fonte de aperfeiçoamento do processo
Ferramentas de projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Nenhuma 	<ul style="list-style-type: none"> • Algumas, não integradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Integradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Integradas também com toda a empresa
Padronização e técnicas de projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Nunca se faz a mesma tarefa do mesmo modo 	<ul style="list-style-type: none"> • Existem dentro de áreas de especialização 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponíveis e estabelecidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Usadas como indicadores de performance • Continuamente melhoradas
Custos	<ul style="list-style-type: none"> • Não há estimativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativas diferenciadas por departamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos do produto estimados 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de modelos de custos do ciclo de vida dos produtos
Alvos	<ul style="list-style-type: none"> • Ilusórios ou não há 	<ul style="list-style-type: none"> • por decreto ou imposição 	<ul style="list-style-type: none"> • Baseado em normas do processo 	<ul style="list-style-type: none"> • Baseado em benchmarks
Planejamento do produto	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunista ou não há 	<ul style="list-style-type: none"> • Feito periodicamente • Frequentemente desconexo 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidade multi-funcional • Foco na linha da estratégia de produto 	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente integrado • Visão comum
Planejamento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidade da área de pesquisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Longo alcance • Distinção entre tecnologia e desenvolvimento de produtos 	<ul style="list-style-type: none"> • Longo alcance e integrados • Identificação de opções para a estratégia de produto
Gerenciamento de pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • Aleatório 	<ul style="list-style-type: none"> • Reinos funcionais • Quantidade é importante 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em equipe altamente valorizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Empregados satisfeitos
Envolvimento do cliente (QFD)	<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum 	<ul style="list-style-type: none"> • Vendas visto como o consumidor do produto 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de QFD e de algumas outras técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente efetivamente integrados ao processo
Integração com a área de vendas	<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum, relacionamento hostil 	<ul style="list-style-type: none"> • Somente para componentes críticos, • Caminho em somente um sentido 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalece o desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrados ao processo
Medição de performances	<ul style="list-style-type: none"> • Não quantificada 	<ul style="list-style-type: none"> • Somente funcional • Não se mede a performance do processo 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas usadas como dados para o gerenciamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas consistentes
Tempo de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser infinito 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconsistente e imprevisível 	<ul style="list-style-type: none"> • 40-60% do estágio 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor que os concorrentes e caindo

A tabela 1.1 descreve algumas características determinantes para que o desenvolvimento alcance seu objetivo principal, que é o sucesso do produto.

Deste modo, pelo que foi apresentado, se justifica a elaboração de um estudo sobre a integração e o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos, o qual é assunto da presente dissertação.

1.4) Conteúdo do trabalho

A dissertação apresenta-se da seguinte maneira.

O capítulo II define e expõe, genericamente, o processo de projeto e desenvolvimento de produtos que adotou-se para servir de base para o restante desta dissertação.

No capítulo III, apresenta-se os conceitos fundamentais da administração, ou seja, do gerenciamento, dando-se uma visão teórica sobre o assunto e o relaciona com o processo de desenvolvimento de produtos.

No capítulo IV, aborda-se aspectos relacionados com a engenharia concorrente, apresentando estratégias e áreas afetadas por estas para se constituir um ambiente propício para o desenvolvimento integrado de produtos, bem como os aspectos ligados à sua implantação.

Já o capítulo V, indica vários modelos de estruturas para se alcançar uma integração efetiva de todo o processo.

Até o capítulo V, apresenta-se toda a estrutura que apoia a presente dissertação. Já no capítulo VI mostra-se uma proposta de sistematização do gerenciamento de projetos que congregue todos os aspectos apresentados pelos capítulos anteriores, com o intuito na formação de um processo de excelência, isto é, integrado e gerenciável.

Por fim, o capítulo VII, onde faz-se uma aplicação da sistemática, abordando todo o conhecimento exposto em torno de um programa de desenvolvimento de um produto de metal injetado e o capítulo VIII que apresenta as conclusões da dissertação e as recomendações para futuros trabalhos.

Processo de desenvolvimento de produtos

2.1) Introdução

O presente capítulo tem como principal objetivo apresentar, de maneira sucinta, as metodologias de projeto que servirão como base para o prosseguimento desta dissertação, isto é, sobre o complexo processo de desenvolvimento de produtos, mais especificamente do desenvolvimento integrado de produtos num ambiente de engenharia simultânea, onde vai-se inserir a atividade de gerenciamento.

De maneira simples, o desenvolvimento de produtos é um empreendimento único, não repetitivo, com início e fim bem determinados, formalmente organizado, que congrega e aplica recursos, visando resultados pré-estabelecidos. O desenvolvimento de um novo produto compreende a realização do seu projeto em coerência com os planos para sua produção, distribuição e venda.

Assim, o entendimento deste assunto vasto, dinâmico e que agrega uma infinidade de conhecimentos, é de fundamental importância para o presente trabalho.

Neste capítulo apresenta-se uma caracterização deste processo, introduzindo-o como uma atividade de engenharia. Posteriormente, mostra-se a evolução de sua estruturação e então apresenta-se conclusões a respeito deste assunto, indicando as premissas nas quais se baseará o trabalho para o prosseguimento do estudo de que esta dissertação se propõe.

2.2) Caracterização do processo de desenvolvimento

De acordo com Pahl & Beitz (1995), a principal tarefa dos engenheiros é a de aplicar seus conhecimentos científicos na resolução de problemas técnicos, e então, otimizar estas soluções dentro dos requisitos e restrições dadas pela tecnologia, economia, aspectos legais, meio-ambiente e pelas considerações humanas.

De modo geral, o projeto é uma atividade de engenharia que:

- afeta quase todas as áreas da vida humana;
- usa leis e princípios da ciência;
- constrói a partir de experiências específicas e
- proporciona os pré-requisitos para a realização física das soluções encontradas.

O projeto é uma parte essencial do ciclo de vida de um produto. Este ciclo é engatilhado pela necessidade de um mercado ou uma nova idéia. Ele começa com o planejamento do produto e termina, quando o uso desse produto acaba, com a reciclagem ou o descarte seguro ambientalmente, como mostrado na figura 2.1.

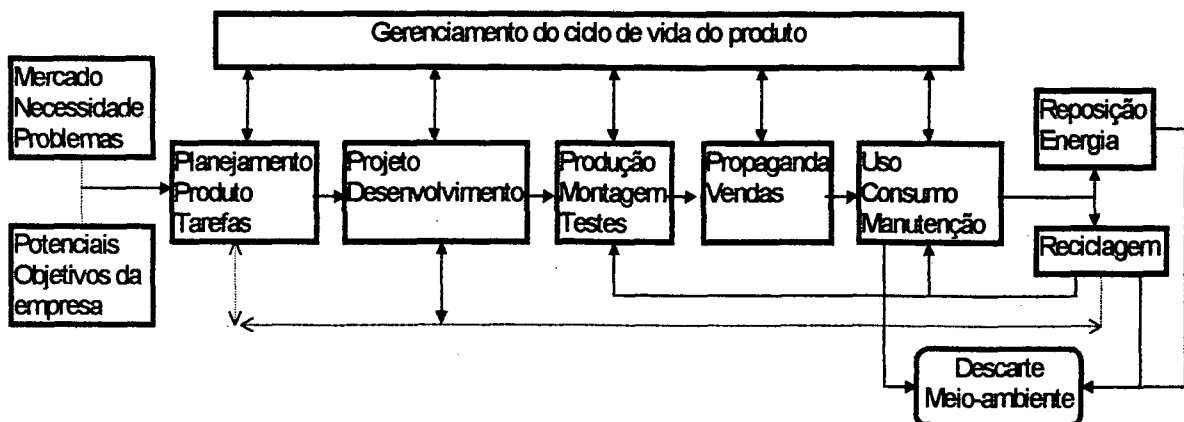


Figura 2.1 - Ciclo de vida de um produto (Pahl & Beitz, 1995).

Para Ullman (1992), o processo de desenvolvimento é um mapa de como obter a partir de uma necessidade específica um produto final acabado. Este mapa tem algumas características interessantes, como se pode ver na figura 2.2. As rotas necessidade - produto podem ser de muitas diferentes formas, levando também, a diferentes produtos, os quais se identificam com as necessidades (desejos do cliente). Em outras palavras, podemos ter diferentes soluções para qualquer problema de projeto mecânico.

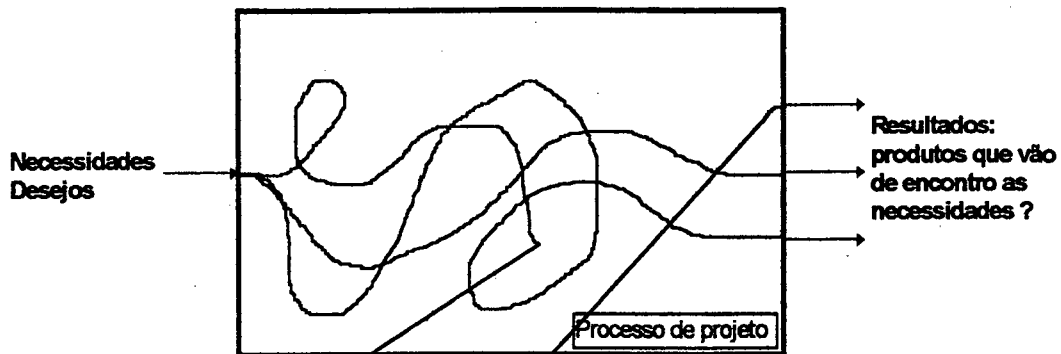


Figura 2.2 - Rotas: necessidade - produtos (Ullman, 1992).

Quando nos deparamos com um desejo, usamos quaisquer informações pertinentes ao problema para ajudar-nos a compreendê-lo e gerar soluções potenciais. Com base em nosso conhecimento, procedemos uma avaliação comparativa dessas soluções e decidimos qual a melhor. Fazendo isto, estamos tomando quatro ações básicas:

1. estabelecimento de uma necessidade - identificando o problema a ser resolvido;
2. entendimento do problema;
3. geração de soluções potenciais para o problema;
4. avaliação das soluções por comparação e escolha e, adicionalmente, se precisarmos comunicar o resultado de nossas deliberações a qualquer pessoa, uma última ação é também necessária;
5. documentar o trabalho.

De acordo com Pahl & Beitz (1995), as tarefas e atividades dos projetistas são influenciadas por muitas características que são descritas a seguir e mostradas de maneira diferente na figura 2.3.

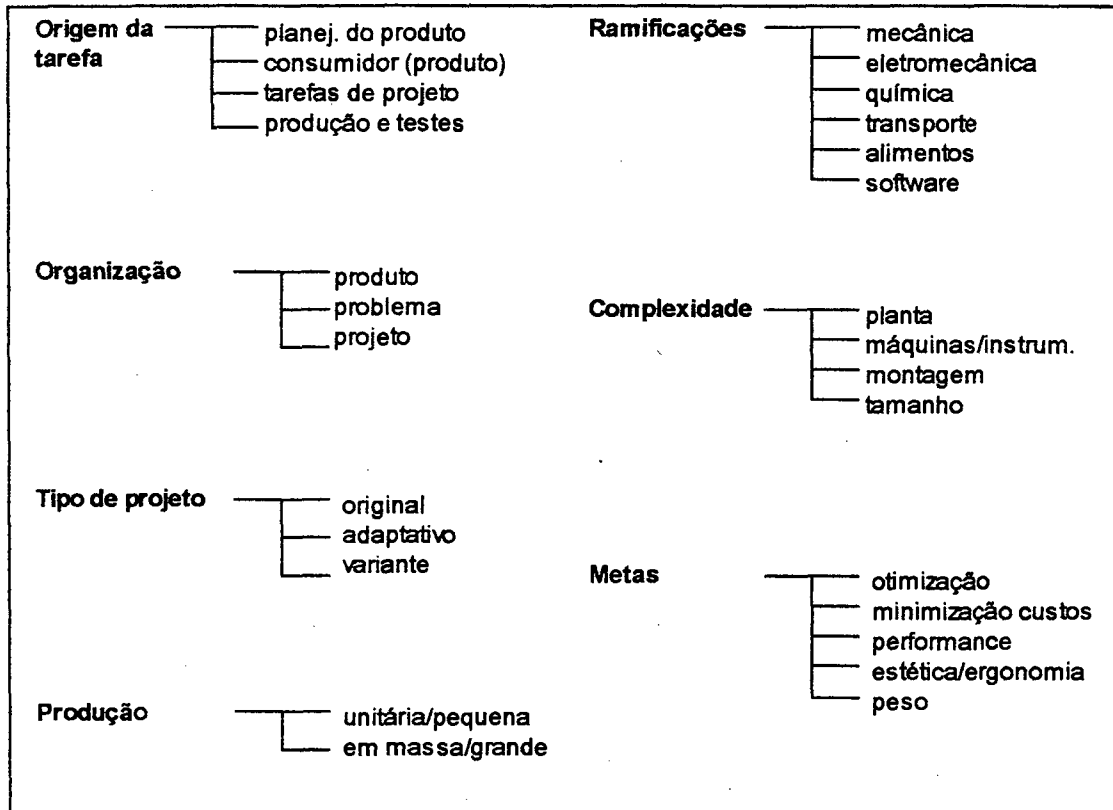


Figura 2.3 - Características das tarefas de projeto (Pahl & Beitz, 1995).

Origem da tarefa: projetos para produtos de grande produção ou unitária geralmente começam por um grupo de planejamento, depois da realização de uma análise de mercado. Os requisitos estabelecidos por esse grupo deixam, normalmente, um vasto espaço de solução para os projetistas.

Organização: a organização do processo de desenvolvimento e do projeto depende em primeira instância da organização da empresa. Em grandes empresas orientadas para o produto, a responsabilidade do desenvolvimento do produto e a subsequente produção é distribuída entre várias divisões ou departamentos e se baseia no tipo específico desse produto (como exemplo podemos citar uma empresa de compressores

dividida em divisão de compressores rotativos, divisão de compressores alternativos, divisão de suporte, etc.).

Tipo de projeto: o projeto original envolve a elaboração de um princípio de solução original para um sistema; o projeto adaptativo envolve uma adaptação de um sistema conhecido para uma nova tarefa, onde o princípio de solução permanece o mesmo; o projeto variante envolve a variação de certos aspectos do sistema escolhido, tal como tamanho, formas e configurações, sem no entanto alterar a sua função ou seu princípio de solução.

Produção: o projeto de um único produto e de produtos de pequenos lotes requerem cuidados especiais de projeto, que englobam desde os processos físicos até os detalhes de embalagem. Isto ocorre para que seja minimizado o risco, pois o desenvolvimento se torna dispendioso, se comparado aos outros custos envolvidos no processo, tal como o de produção. Produtos para serem feitos em grandes quantidades devem ter suas características técnicas, econômicas e outras, totalmente checadas antes de entrarem na fase de produção.

Ramificações: a engenharia cobre uma ampla gama de produtos, e cada grupo destes requer cuidados específicos de projeto, tais como: especialidades nas áreas de mecânica, elétrica, química, *software* e outras necessitam de pessoal qualificado para atenderem os vários requisitos de projeto.

Complexidade: quando do planejamento do leiaute da planta de processo, a combinação de máquinas comerciais ou de equipamentos especiais, módulos, componentes e o projeto do sistema de controle são específicos para cada tipo de produto, ou seja cada leiaute é diferenciado e terá que ser criado para cada novo produto.

Metas: as tarefas de projeto devem ser direcionadas de acordo com os objetivos e metas da empresa, levando-se em conta fatores como o tempo, recursos e aspectos humanos.

2.3) Modelos do processo de desenvolvimento de produtos

A literatura sobre este assunto contém uma grande variedade de modelos e pode, talvez, dar uma impressão que há ainda pouco consenso sobre a estrutura desse processo. Entretanto, para uma grande extensão destes, as diferenças são de natureza de terminologia. De acordo com Roozenburg e Eekels (1995), se examinarmos isto, podemos distinguir entre os autores três tipos de modelos, onde cada um destes mostra visões particulares do processo de desenvolvimento de um produto.

No primeiro tipo, o projeto é concebido como uma forma específica de resolução de problemas, que mostra ciclos de atividades para este fim e pode ser considerado o modelo mais fundamental do processo.

No segundo tipo, o projeto é descrito como um processo no qual ele é trabalhado em diferentes níveis de abstração. Exemplos dessa modelagem é apresentado por French (1985), Pahl & Beitz (1995) e a VDI (1987).

No terceiro tipo, desde o início do processo de desenvolvimento de produtos tem-se a preocupação com as áreas de projeto, produção e vendas. O domínio deste tipo de modelo não é somente o projeto de um novo produto, mas sim um planejamento de um novo negócio. Neste modelo a integração entre as várias fases do desenvolvimento é abordada, e onde o gerenciamento do desenvolvimento é de fundamental importância. Alguns representantes desse grupo de autores são Eppinger e Ulrich (1995) e Andreasen (1987).

Nota-se, que há um aprimoramento, uma certa evolução na estruturação do processo de projeto e de desenvolvimento descritos por essas três abordagens; contudo essas modelagens não se opõem, e sim, se mostram suplementares.

2.3.1) O projeto como uma resolução de um problema

Pode-se dizer que projetar é uma forma especial de resolução de problemas e que em todas essas formas de resolução pode ser reconhecido um ciclo similar de atividades. De Groot, citado em Roozenburg e Eekels (1995), chama este ciclo

de 'o ciclo empírico' e caracteriza-o como segue:

observação - suposição - expectativa - teste - avaliação.

O ciclo começa com a observação de uma situação. Tendo-se aprendido um pouco mais sobre o assunto, através desta observação, a pessoa encarregada de resolver o problema nutre suposições sobre ações que possam resolvê-lo, e fica na expectativa de como serão os efeitos dessas ações na situação problemática. Prossegue-se fazendo uma comparação desses efeitos com os desejados, e então, são avaliados se os resultados são satisfatórios ou não. Neste processo podemos nos perguntar 'o que foi aprendido?' e 'Como eu posso utilizar esta experiência adquirida em um próximo ciclo?'. Estas questões ficam difíceis de serem respondidas, pois não há uma estruturação formal e conseqüentemente uma documentação para que se possa usar estas informações em um outro processo.

Uma primeira característica deste modelo é que o problema é resolvido pelo método de 'tentativa e erros', o que pode tornar a resolução muito demorada.

Uma outra importante característica é que, geralmente ocorre que, as soluções escolhidas são preestabelecidas na imaginação das pessoas envolvidas e não se analisa o problema real e sim o que elas 'pensam' que é o problema, tornando este processo irracional e não científico, desviando o desenvolvimento para uma direção errada, não se atingindo a solução e, conseqüentemente, o produto esperado. Este processo pode ser representado pela figura 2.4, a seguir:

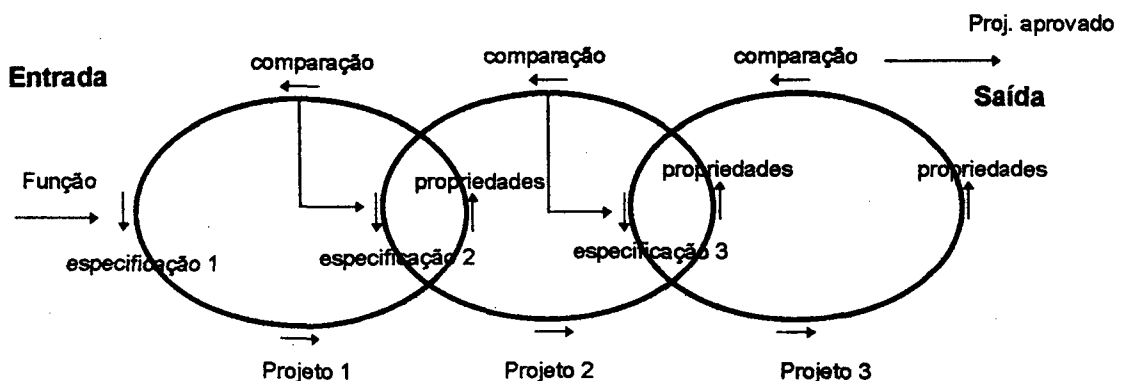


Figura 2.4 - Processo de resolução de problemas por "tentativa e erros" (Roozenburg e Eekels, 1995).

2.3.2) Modelo de desenvolvimento por fases

Se o ciclo empírico é uma unidade estrutural indispensável, conclui-se, portanto, que este também influencia o ciclo básico da tarefa de projeto que é, então melhorado e derivado dele. Nós podemos considerar o ciclo básico de projeto como um modelo prescritivo, mas por este modelo ser tão geral e abstrato, ele oferece, desta forma, um alcance insuficiente para a estruturação de projetos na prática atual.

Desde inícios dos anos 60 vêm-se desenvolvendo modelos para o processo de projeto que orientem o projetista em sua atividade. No projeto de engenharia convergiu-se para a um modelo de processo que compreende quatro fases. Tal modelo pode ser encontrado, com pequenas variações, em diversos autores como French (1985), Pahl e Beitz (1995) e Hubka e Eder (1992). Este modelo está descrito mais formalmente na VDI 2221 (1987), conforme pode-se ver mais adiante na figura 2.6.

No modelo proposto por Pahl e Beitz (1995), mostrado na figura 2.5 - um dos mais amplamente adotados - as fases do processo de projeto são denominadas:

- esclarecimento da tarefa;
- projeto conceitual;
- projeto preliminar ou de leiaute (*embodiment design*) e
- projeto detalhado.

Tais fases compreendem atividades que levam respectivamente aos seguintes estágios de desenvolvimento do produto:

- especificação de projeto;
- concepção;
- projeto preliminar;
- projeto definitivo e
- documentação do produto.

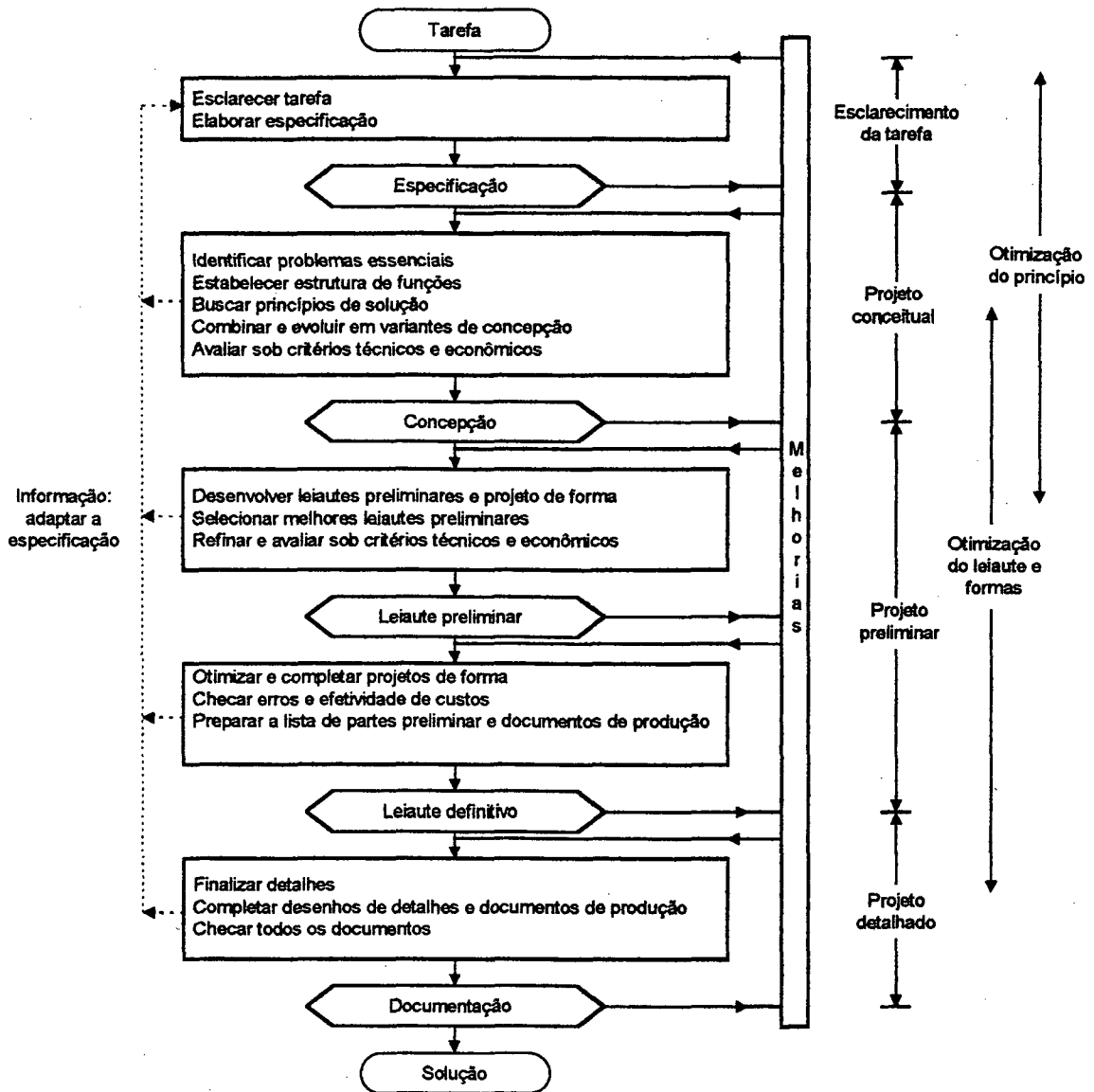


Figura 2. 5 - Modelo do processo de projeto segundo Pahl e Beitz (1995).

De uma maneira geral, as fases do processo de projeto de engenharia envolvem as seguintes atividades:

- **Esclarecimento da tarefa**

Nesta fase, o problema é analisado e informações sobre o mesmo são coletadas. Com base nestas informações, uma especificação de projeto é elaborada. A especificação define as funções e as propriedades requeridas do produto, bem como possíveis restrições em relação ao produto ou mesmo ao processo de projeto tal como normas e prazos.

- **Projeto conceitual**

A partir da especificação, deve-se gerar e avaliar soluções gerais para o problema de projeto que possibilitem um posterior amadurecimento no projeto preliminar e no projeto detalhado. Tais soluções são denominadas de concepções por Pahl e Beitz (1995).

O projeto conceitual é visto como a mais importante fase do processo de projeto, pois decisões ali tomadas terão grande influência nas fases seguintes do processo de projeto.

- **Projeto preliminar**

Nesta fase, a partir da concepção escolhida elabora-se um projeto ou leiaute definitivo. O leiaute definitivo estabelece o arranjo das montagens, componentes e partes, bem como as suas formas geométricas, dimensões e materiais. No leiaute definitivo, a configuração do produto e as formas das partes devem ser desenvolvidas a um ponto onde o projeto do produto possa ser avaliado em relação aos principais requisitos da especificação.

O projeto preliminar é essencialmente um processo de refinamento da concepção, pulando de um subproblema para outro, antecipando decisões a serem tomadas e corrigindo decisões já tomadas à luz do estado corrente do projeto. Assim, torna-se difícil esboçar um plano geral de ação para esta fase.

Normalmente, ao término desta fase, o projeto é representado por desenhos de leiaute em escala, mostrando dimensões importantes, e listas de partes.

- **Projeto detalhado**

Nesta fase final a forma geométrica, dimensões, tolerâncias, propriedades superficiais e materiais do produto e todas as suas partes individuais são completamente especificadas e expostas em desenho de montagem, desenho de detalhes e listas de partes. Também se deve elaborar instruções para produção, montagem, teste, transporte e operação, uso, manutenção entre outros. Todos estes documentos se enquadram, de acordo com a VDI 2221 (1987), sob o título de "documentos do produto".

A figura 2.6 mostra, de maneira clara, as divergências e convergências presentes no processo de desenvolvimento de produtos. Cada vez que ocorre uma divergência, ocorre posteriormente, uma tomada de decisão para sua convergência, demonstrando-se, deste modo, a necessidade de planejamento, coordenação e controle eficazes para este processo.

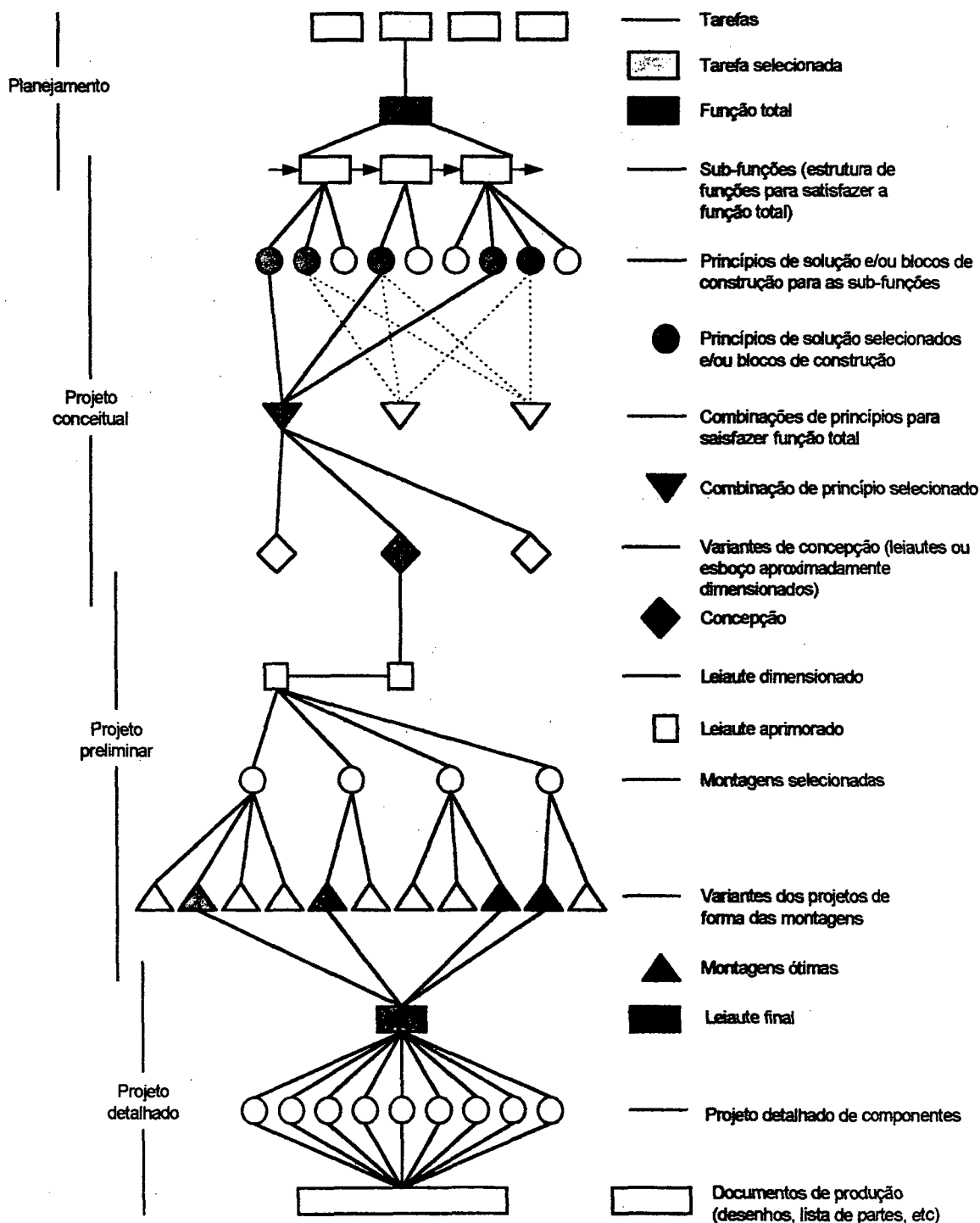


Figura 2.6 - Divergência e convergência no processo de projeto (VDI 2222, 1987).

2.3.3) Modelos de desenvolvimento integrado

Como se pode concluir pelo que foi apresentado até aqui, a fase de projeto é uma parte do desenvolvimento de um novo negócio. E este largo processo é chamado de “desenvolvimento de produtos” e compreende o projeto de um produto, seu plano de produção e o desenvolvimento de seu mercado. Deste modo, todas estas áreas têm que estar apropriadamente sintonizadas umas com as outras.

- **Vendas:** A função desta área é a de fazer a interação entre a empresa e seus clientes. Um de seus deveres é o de identificar oportunidades de negócios, ou seja, de novos produtos, seus segmentos de mercado, demanda e necessidades. É o elo de ligação entre os consumidores e a empresa, responsável pelo estabelecimento do preço meta final e pela promoção e lançamento do produto.
- **Projeto:** É responsável pela definição da forma física do produto que melhor encontre as necessidades dos clientes.
- **Produção:** Esta área é primariamente responsável pelo arranjo e operação do sistema de produção para que se fabrique o produto de acordo com o especificado pela área de projeto. Também incluem as tarefas de compras, distribuição e instalação de materiais e equipamentos.

Nos modelos de desenvolvimento por fases a interação entre projeto, produção e vendas é considerada de maneira superficial ou implícita. Considerações comerciais e de fabricação possuem características muito parecidas com as de projeto e devem ser estabelecidas durante as especificações de projeto, pelas quais os projetistas se baseiam para a concepção e desenvolvimento do produto.

Estudos de taxas de mortalidade e falhas mostra que muitas idéias para a realização de um novo produto não alcançam o estágio de produção. Durante seus desenvolvimentos, as concepções não alcançam as expectativas dos consumidores em suas características técnicas e comerciais como o custo.

A partir destes fatos vê-se a necessidade do aprimoramento da atividade de desenvolvimento em direção a interação entre as várias áreas envolvidas na elaboração e execução de um novo negócio. Deste modo, a atividade de desenvolvimento de produtos está sendo integrada de acordo com os requisitos da engenharia simultânea. Um modelo do processo proposto por Andreasen (1987) é apresentado a seguir, na figura 2.7.

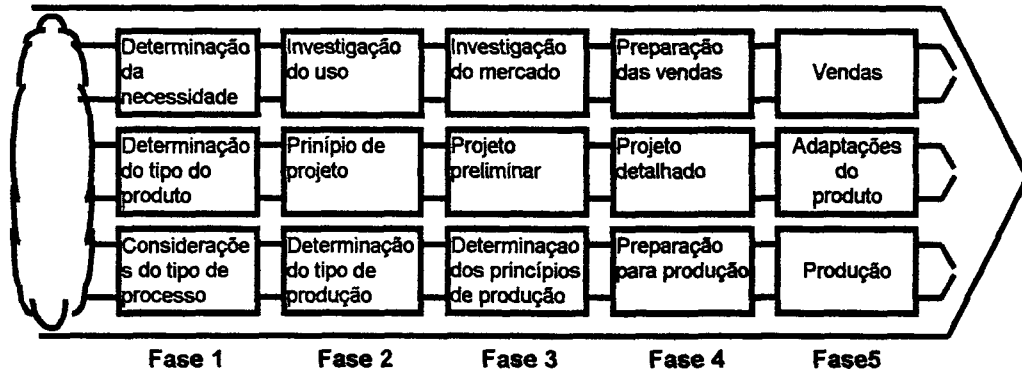


Figura 2.7 - modelo de desenvolvimento proposto por Andreasen (1987).

O modelo proposto por Andreasen (1987), apresenta praticamente a mesma estrutura dos modelos de desenvolvimento por fases, contudo ele incorpora em todas estas, tarefas das áreas de produção e vendas e procura a engenharia simultânea para a otimização do processo.

O desenvolvimento integrado de produtos proposto por Andreasen basicamente indica o caminho de uma percebida necessidade até a venda do produto. As transições de uma fase para outra são importantes indicadores para dar direção a um bom negócio. A saída da 1ª fase é uma necessidade concreta, definida pelo tipo de produto, processo e preço. A saída da 2ª fase é o esclarecimento do uso do produto e seus princípios gerais, que elucidam qual o tipo de produção pode realizar esses princípios. A saída da terceira fase é uma demonstração do trabalho do produto através de um protótipo. O tamanho do mercado e os custos do produto podem ser bem estimados e as características do processo de produção determinados. A saída da 4ª fase é uma documentação para que o produto possa ser produzido com a desejada qualidade. Os sistemas de produção e vendas devem ser fixados e o seu preço também. A saída da fase final é o produto acabado e pronto para o mercado adquiri-lo.

2.5) Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas características do processo de desenvolvimento e também alguns modelos de tarefas para a estruturação deste. De uma maneira geral constata-se uma grande similaridade entre os modelos do processo de projeto apresentados. Algumas diferenças estão no aumento de atividades a serem cumpridas à cada fase, como as tarefas das áreas de vendas e produção incorporadas logo no início do processo e o modo pelo qual são conduzidas. Os modelos apresentados podem assim serem considerados variantes do que se pode chamar de "**modelo integrado**" do processo de desenvolvimento de produtos industriais cujas características são:

- As divisões entre as fases do projeto não devem ser tomadas de uma forma rígida, nem estas fases devem ser seguidas cegamente uma após a outra. As fases e etapas são cumpridas interativamente, retornando-se a fases anteriores, atingindo-se uma otimização gradual;
- Deve-se procurar uma simultaneidade de atividades durante o processo de desenvolvimento, ou seja, uma paralelização destas tarefas. Isto deve acontecer em um nível macro do processo e não num nível micro, já que algumas atividades não podem começar antes de outras;
- Os modelos foram desenvolvidos com a idéia de produtos novos e inovações em mente. Assim muita atenção é dispensada à fase do projeto conceitual em detrimento às outras fases;
- a engenharia simultânea proporciona um ambiente favorável à implantação de um processo de desenvolvimento integrado e;
- o gerenciamento pode ser considerado um veículo para a realização da engenharia simultânea necessitando, para isto, uma infra-estrutura adequada para o suporte à integração.

A figura 2.8 ilustra, de maneira simples, os elementos envolvidos na atividade de desenvolvimento de um produto dentro de uma organização. Também, podemos identificar os aspectos de gerenciamento, abordados no capítulo III, ou

seja, planejamento, organização, coordenação e controle indispensáveis à eficácia do desenvolvimento.

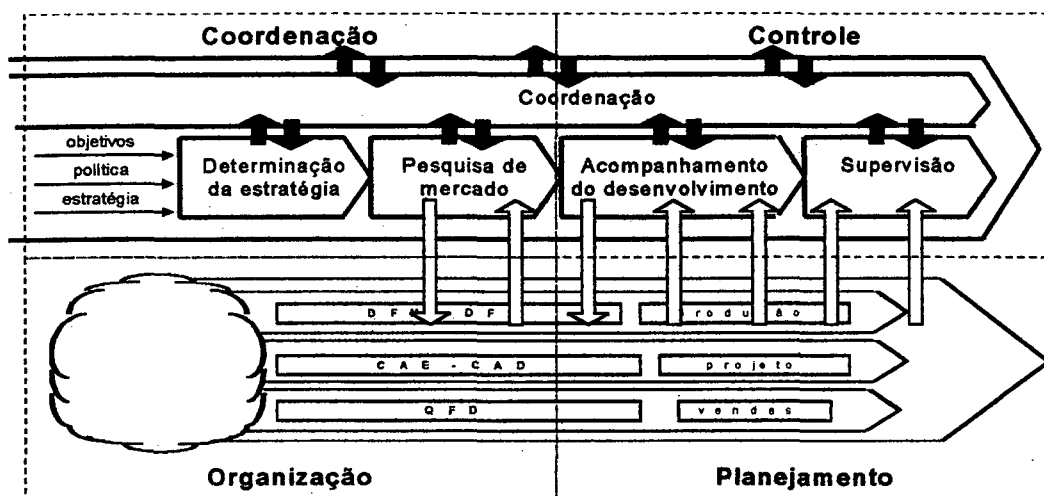


Figura 2.8 - Elementos do desenvolvimento de produtos, adaptado de Andreasen (1987).

Nos capítulos seguintes iremos discutir alguns aspectos relacionados à integração das inúmeras atividades presentes na tarefa de projetar e desenvolver um produto, apresentando os fatores de mudança causados pela engenharia simultânea em direção a uma qualidade total do desenvolvimento que significa obter a satisfação dos clientes, a diminuição dos custos e a redução do tempo de lançamento de novos produtos.

Capítulo III

O gerenciamento do desenvolvimento

3.1) Introdução

O mundo de hoje é uma sociedade formada de organizações. Todas as atividades voltadas para a produção de bens ou para a prestação de serviços são planejadas, estruturadas, dirigidas e controladas dentro de organizações. Todas as organizações são constituídas de recursos humanos, físicos, materiais e financeiros. As organizações são extremamente heterogêneas e diversificadas, de tamanhos, características, estruturas e de objetivos diferentes. A administração nada mais é que a condução racional das atividades de uma organização, seja ela lucrativa ou não. Assim, a administração é algo imprescindível para a existência, sobrevivência e sucesso das organizações. A administração revela-se nos dias de hoje como uma das áreas do conhecimento humano mais impregnadas de complexidades e desafios.

A tarefa de desenvolvimento, do ponto de vista administrativo ou gerencial, pode ser encarada como uma atividade incerta e desafiadora, atingida por um sem número de variáveis, de mudanças e de transformações carregadas de ambigüidades. Os administradores defrontar-se-ão com problemas multifacetados e cada vez mais complexos do que os anteriores, e sua atenção será disputada por eventos e por grupos situados dentro e fora da empresa que lhe proporcionarão informações contraditórias que complicarão seu diagnóstico perceptivo e sua visão dos problemas a resolver ou das situações a enfrentar: são as exigências da

sociedade, dos clientes, dos fornecedores, das agências regulamentadoras, são os desafios dos concorrentes, as expectativas da alta administração, dos subordinados, dos acionistas, etc.

Sendo assim, este capítulo dará uma visão teórica sobre a administração do processo de desenvolvimento, envolvendo aspectos como planejamento, organização, coordenação e controle e assim como os anteriores, será usada nos próximos capítulos como base de conhecimentos para que seja formulado um programa de gerenciamento do processo de desenvolvimento de um produto plástico.

3.2) Abordagem do gerenciamento dentro do desenvolvimento

A administração é um fenômeno universal no mundo moderno. Cada organização e cada empresa requer a tomada de decisões, a coordenação de múltiplas atividades, a condução de pessoas, a avaliação do desempenho dirigido a objetivos previamente determinados, a obtenção e alocação de diferentes recursos. O mesmo acontece nos diversos setores, departamentos ou projetos que esta empresa possa ter.

Tom Burns e G. M. Stalker, citados em Chiavenatto (1993), dois sociólogos industriais, pesquisaram 20 indústrias inglesas para verificar a relação existente entre as práticas administrativas e o ambiente externo dessas indústrias. Ficaram impressionados com os métodos e procedimentos administrativos nitidamente diferentes encontrados nessas indústrias. Eles classificaram as indústrias pesquisadas em dois tipos: organizações "maquiniais" e organizações "orgânicas".

As maquiniais apresentam as seguintes características: estrutura burocrática organizada a partir de uma minuciosa divisão do trabalho dentro da empresa; cargos ocupados por especialistas nas respectivas tarefas, com atribuições fixas, definidas e delimitadas; centralização das decisões; hierarquia de autoridade rígida; sistemas rígidos de controle; sistemas simples de comunicação; predomínio da

interação vertical entre superior e subordinado; ênfase nas regras e procedimentos formalizados por escrito; ênfase nos princípios universais de administração. Na realidade, a organização maquinal funciona como um sistema mecânico, fechado e introspectivo, determinístico e racional, voltado para si mesmo e ignorando totalmente o que ocorre no ambiente externo que o envolve.

Por outro lado, as organizações orgânicas apresentam as seguintes características: estrutura organizacional flexível e adaptável a mudanças e inovações; os cargos são continuamente modificados e redefinidos; descentralização das decisões; hierarquia flexível; amplitude de comando do supervisor é extensa e ampla; maior confiabilidade nas comunicações informais; predomínio da interação lateral e horizontal; ênfase nos princípios do bom relacionamento humano. Na realidade, a organização orgânica funciona como um sistema vivo, aberto e complexo, extrovertido e voltado principalmente para sua interação com o ambiente externo.

A palavra contingência significa algo incerto ou eventual, que pode suceder ou não. Refere-se a uma proposição cuja verdade ou falsidade somente pode ser conhecida pela experiência e pela evidência, e não pela razão. Dentro de um aspecto mais amplo, a abordagem contingencial da administração salienta que não se atinge a eficácia organizacional seguindo um único e exclusivo modelo organizacional, ou seja, não existe uma forma única que seja melhor para organizar no sentido de se alcançar os objetivos altamente variados das organizações dentro de um ambiente também altamente variado.

A teoria da contingência enfatiza que não há nada de absoluto nas organizações ou na teoria administrativa. Tudo é relativo. Tudo depende. A abordagem contingencial explica que existe uma relação funcional entre as condições do ambiente e as técnicas administrativas apropriadas para o alcance eficaz dos objetivos da organização. As variáveis ambientais são variáveis independentes, enquanto as técnicas administrativas são variáveis dependentes dentro de uma relação funcional. Na realidade, não existe uma causalidade direta entre essas variáveis independentes e dependentes, pois o ambiente não causa a

ocorrência de técnicas administrativas. Em vez de uma relação de causa-e-efeito entre as variáveis independentes do ambiente e as variáveis administrativas dependentes, existe uma relação funcional entre elas. Essa relação funcional é do tipo “se-então” e pode levar a um alcance eficaz dos objetivos da organização.

Como exemplo se tem a adhocracia que é um sistema temporário, rapidamente variável, adaptativo, organizado em torno de problemas a serem resolvidos por grupos de pessoas relativamente estranhas entre si e dotadas de habilidades profissionais diversas. A origem da adhocracia está na criação das forças-tarefas durante a Segunda Guerra Mundial, quando os militares criavam equipes “ad hoc” (aqui e agora) que eram logo dissolvidas após a execução de suas missões específicas e temporárias. Essas equipes não tinham um tempo de duração definido e podiam permanecer durante um dia, um mês ou um ano até que sua missão fosse cumprida. Os papéis desempenhados pelos participantes dessas equipes eram intercambiáveis e, conforme a natureza e complexidade da missão, o grupo podia ser dividido em sub-unidades, cada uma responsável por facetas diferentes da tarefa a ser cumprida.

A adhocracia apresenta uma característica mais visível que é a vida curta. Trata-se de uma organização temporária para empresas ou unidades empresariais que enfrentam ambientes turbulentos que utilizam tecnologias especializadas e heterogêneas.

Embora a burocracia seja apropriada para empresas que produzam grandes quantidades de produtos ou serviços padronizados, a adhocracia é uma alternativa viável quando se requer inovação e flexibilidade e quando as tarefas são mais técnicas, complexas ou não-programáveis.

3.3) O planejamento

O planejamento constitui a função inicial da administração. Antes que qualquer função administrativa seja executada, a administração precisa determinar os objetivos e os meios necessários para alcançá-los. Em termos globais, a empresa parte de um planejamento estratégico, envolvendo a direção que a

empresa deve seguir, através da descoberta e definição de objetivos válidos e não subjetivos. É um planejamento que abrange a empresa como uma totalidade, afetando-a a longo prazo pela suas conseqüências, e é decidido no nível hierárquico mais elevado da organização: o nível institucional. Por sua vez, o planejamento estratégico precisa ser desdobrado em planejamentos táticos no nível intermediário, para que as decisões estratégicas ali contidas sejam moldadas e traduzidas em planos capazes de serem entendidos, desdobrados e detalhados em planos operacionais, para serem executados pelo nível operacional da empresa (Chiavenatto, 1993). A figura 3.1 ilustra esta interligação.

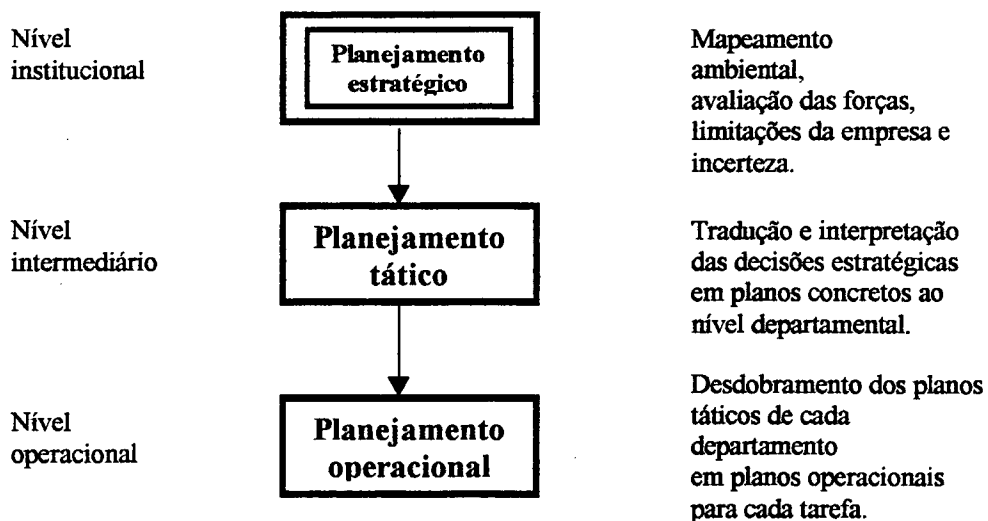


Figura 3.1 - A interligação entre planejamento estratégico, tático e operacional
(Chiavenatto, 1993).

Para que a atividade de desenvolvimento possa ser organizada, liderada ou controlada, tem-se que elaborar os planos que dão finalidade e direção à atividade. O planejamento, de acordo com Stoner (1985), é um processo através do qual os administradores decidem "o que deve ser feito, quando fazer, como será feito e quem fará".

O processo de planejamento é uma atividade inerente ao ser humano. Quer o faça consciente, ou inconscientemente, o homem está sempre pautando suas ações

futuras de acordo com a escolha de alternativas que lhe são aventadas continuamente. Esta é a perspectiva do senso comum, em que o pensamento racional precede a ação.

Segundo Motta (1993), o mundo contemporâneo apresenta-se bastante complexo e ambíguo. A ambiência é caracterizada por mudanças extremamente velozes, instabilidades permanentes e de alta imprevisibilidade. Este contexto pressiona as organizações e torna complexa a tomada de decisões, sendo indispensável a coordenação de ações e a previsão das conseqüências.

Para Caravantes (1979), o planejamento é um processo permanente, sistêmico e iterativo, voltado para o futuro, visando à tomada de decisões; com a finalidade de selecionar entre as alternativas um curso de ação, alocar recursos e coordenar atividades de maneira eficaz, no sentido da realização dos propósitos desejados.

Segundo Meyer (1988), como função administrativa, o planejamento procura cumprir as seguintes funções: apoiar o processo decisório, trazer maior racionalidade às decisões na organização e orientar as ações na organização; que *per se*, sintetizam a necessidade de planejamento.

De acordo com Chiavenatto (1993), o planejamento, principalmente o planejamento tático, apresenta as seguintes características:

1. O planejamento é um processo permanente e contínuo, pois é realizado continuamente dentro da empresa e não se esgota na simples montagem de um plano de ação;
2. O planejamento é sempre voltado para o futuro e está intimamente ligado com a previsão, embora não se confunde com ela;
3. O planejamento se preocupa com a racionalidade da tomada de decisões, pois ao estabelecer esquemas para o futuro o planejamento funciona como um meio de orientar o processo decisório, dando-lhe maior racionalidade e subtraindo incerteza subjacente a qualquer tomada de decisão;

4. O planejamento visa selecionar entre várias alternativas disponíveis um determinado curso de ação em função de suas conseqüências futuras e das possibilidades de sua execução e realização;
5. O planejamento é sistêmico, pois deve considerar a empresa ou o órgão ou a unidade como uma totalidade, sem omitir as relações internas ou externas;
6. O planejamento é iterativo e deve ser suficientemente flexível para aceitar ajustamentos e correções;
7. O planejamento é uma função administrativa que interage dinamicamente com as demais. Ele está intimamente relacionado com as demais como a organização, direção e controle, influenciando e sendo influenciado por todas elas;
8. O planejamento é uma técnica de coordenação de várias atividades no sentido da realização dos objetivos desejados e de maneira eficaz. Ele permite a integração e sincronização das diversas atividades de diferentes órgãos e;
9. O planejamento é uma técnica de mudança e de inovação, pois é uma das melhores maneiras de se introduzir deliberadamente mudança e inovações dentro de uma empresa, sob uma forma previamente definida e escolhida e devidamente programada.

Assim, o planejamento produz um resultado imediato: o plano. Um plano é o produto do planejamento e constitui o evento intermediário entre o processo de planejamento e o processo de implementação do planejamento. Todos os planos têm um propósito comum: a previsão, a programação e a coordenação de uma seqüência lógica de eventos, os quais, se aplicados com sucesso, deverão conduzir ao cumprimento do objetivo que os comanda. "Um plano é um curso predeterminado de ação sobre um período especificado de tempo e que representa uma resposta projetada a um ambiente antecipado, no sentido de alcançar um conjunto específico de objetivos adaptativos. Como um plano descreve um curso de ação, ele precisa proporcionar resposta às questões: o que, quando, como, onde e por quem. Os detalhes do curso de ação podem ou não ser detalhados em um plano.

Embora os planos operacionais sejam heterogêneos e diversificados, eles podem ser classificados em quatro tipos, a saber:

1. Planos relacionados com métodos, denominados procedimentos.
2. Planos relacionados com dinheiro, denominados orçamentos.
3. Planos relacionados com tempo, denominados programas ou programações.
4. Planos relacionados com comportamentos, denominados regulamentos.

3.3.1) Procedimentos:

Constituem a seqüência de passos ou de etapas que devem ser rigorosamente seguidos para a execução dos planos. Constituem séries de passos detalhados indicando como cumprir uma tarefa ou alcançar um objetivo preestabelecido. Assim, os procedimentos são sub-planos de planos maiores, eles constituem "guias para ação". Em conjunto com outras formas de planejamento, procuram evitar o caos da atividade casual através da direção, coordenação e articulação das operações de uma empresa. O termo procedimento refere-se aos métodos para executar as atividades. Um método descreve o processo de executar um passo ou uma etapa do procedimento. Um método pode ser considerado um plano de ação, mas é geralmente um sub-plano de um procedimento. Os procedimentos geralmente são transformados em rotinas e expressos na forma de fluxogramas. Fluxogramas são gráficos que representam o fluxo ou a seqüência de procedimentos ou de rotinas. Estas nada mais são do que procedimentos devidamente padronizados e formalizados.

3.3.2) Orçamento:

São os planos operacionais relacionados com dinheiro dentro de um determinado período de tempo. No nível operacional, os orçamentos geralmente têm a extensão de um ano, correspondendo ao exercício fiscal da empresa.

3.3.3) Programas ou programações:

Constituem planos operacionais relacionados com o tempo. Constituem basicamente em planos que correlacionam duas variáveis: tempo e atividades que devem ser executadas. A programação constitui uma ferramenta importante de planejamento no nível operacional das empresas.

O programa mais simples, chamado cronograma, é um gráfico de dupla entrada, onde as linhas configuram as tarefas ou atividades, e as colunas definem os períodos de tempo, geralmente dias ou meses. Um tipo de cronograma igualmente bastante simples é o chamado Gráfico de Gantt, cujas colunas marcam o tempo em semanas ou meses, facilitando a elaboração e dispensando o calendário.

O PERT (Program Evaluation Review Technique) ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programas é um modelo de planejamento operacional muito utilizado em atividades de produção e projetos de pesquisa e desenvolvimento.

3.3.4) Regras e regulamentos

Constituem planos operacionais relacionados com o comportamento solicitado às pessoas. Especificam como as pessoas devem comportar-se em determinadas situações. Geralmente, salientam o que as pessoas devem ou não fazer e o que elas podem fazer. Visam substituir o processo decisório individual, restringindo geralmente o grau de liberdade das pessoas em determinadas situações previstas de antemão.

3.4) Organização

A organização é uma atividade básica da administração; serve para agrupar e estruturar todos os recursos, para atingir os objetivos predeterminados.

Como função administrativa, a organização depende do planejamento, da direção e do controle para formar o chamado processo administrativo, que é o encadeamento e interligações entre todas as funções administrativas. Como todas elas interagem dinamicamente entre si e se caracterizam por uma estreita interdependência para compor o processo administrativo, a organização mantém estreitas relações com tudo o que já vimos a respeito do planejamento e com tudo que veremos adiante a respeito da gestão e do controle. É através da organização que a empresa reúne e integra os seus recursos, define a estrutura de órgãos que deverão administrá-los, estabelece a divisão de trabalho através da diferenciação, proporciona os meios de coordenar as diferentes atividades através da integração, define os níveis de autoridade e de responsabilidade, e assim por diante. A organização representa, no fundo, todos aqueles meios que a empresa utiliza para pôr em prática o planejamento, a direção e o controle da ação empresarial para atingir os seus objetivos.

Em função dos seus objetivos, as empresas definem os seus domínios, isto é, o nicho ambiental onde pretendem aninhar-se e estabelecer o seu ambiente de tarefa, o que determina os produtos ou serviços a serem produzidos e oferecidos, os consumidores ou clientes a serem servidos, os concorrentes (tanto de entradas como de saídas) a serem enfrentados, as tecnologias a serem utilizadas e os grupos regulamentadores que vêm de lambuja. Conseqüentemente, ficam definidos os limites das empresas ou os pontos em que as empresas são dependentes ou têm poder sobre os demais que coabitam seus ambientes de tarefa. A seguir as empresas estabelecem os meios necessários para operar e alcançar aqueles objetivos e assegurar sua sobrevivência e seu crescimento. Ao avaliar as oportunidades e as ameaças que o ambiente lhes oferece ou impõe, as empresas avaliam também suas próprias potencialidades e suas limitações e estabelecem

estratégias para o melhor aproveitamento e aplicação de seus recursos. Para implementar tais estratégias, as empresas precisam planejar suas atividades e operações antes que elas sejam realizadas. E, para realizá-las, as empresas precisam agrupar, estruturar, organizar e sincronizar todos os seus recursos e habilidades para uma operação global. Cada empresa tem o seu modo próprio de organizar sua estrutura interna, agrupar seus recursos, estabelecer sua hierarquia de autoridade, dividir e decompor a tarefa global em sub-tarefas que serão realizadas por indivíduos ou grupos de indivíduos, bem como reintegrar e coordenar as subtarefas na consecução da tarefa global. O problema fundamental para a organização da ação empresarial é alcançar coerência entre todas estas áreas de decisão.

A figura 3.2 dá uma idéia sintética do desenho organizacional e de como estão integrados os aspectos de planejamento, organização, direção e controle da ação empresarial.

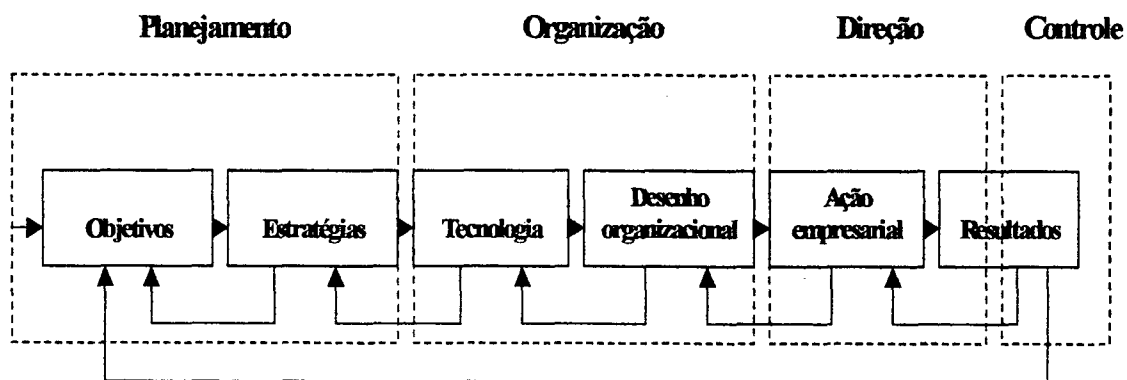


Figura 3.2 - Macroabordagem da administração (Chiavenatto, 1993).

3.4.1) Tipos de organizações

Podemos identificar, de acordo com os objetivos de cada empresa, diferentes estruturas, tais como: funcional, por projetos e matricial, que por sua vez, pode se dividir em duas formas: a flexível e a rígida.

Tabela 3.1 - Tipos de organizações empresariais.

	Organização funcional	Organização matricial		Organização por projetos
		Organização matricial flexível	Organização matricial rígida	
Pontos fortes	Nutre o desenvolvimento de manter a especialização	Coordenação de projetos é explicitamente atribuído a um gerente.	Provê integração e acelera os benefícios da organização por projetos	Recursos podem ser otimizados dentro da equipe de projetos
Fraquezas	Coordenação entre diferentes grupos funcionais pode ser lenta e burocrática	Requer mais gerentes e administradores do que outros tipos de organiz.	Requer mais gerentes e administradores do que outros tipos de organiz.	Indivíduos podem ter dificuldades em manter suas habilidades funcionais
Exemplos típicos	Desenvolvimento direcionado a projetos padronizados.	Indústria automobilística, eletroeletrônica e aeroespaciais.	Sucesso em indústrias automobilísticas, eletroeletrônicas.	Mercados extremamente dinâmicos
Questões maiores	Como integrar diferentes áreas (vendas, produtos e produção)	Como balancear áreas e projetos. Como avaliar a simultaneidade do projeto e a performance funcional.		Como manter a especialização funcional.

A figura 3.3 ilustra esses três tipos de estruturas organizacionais.

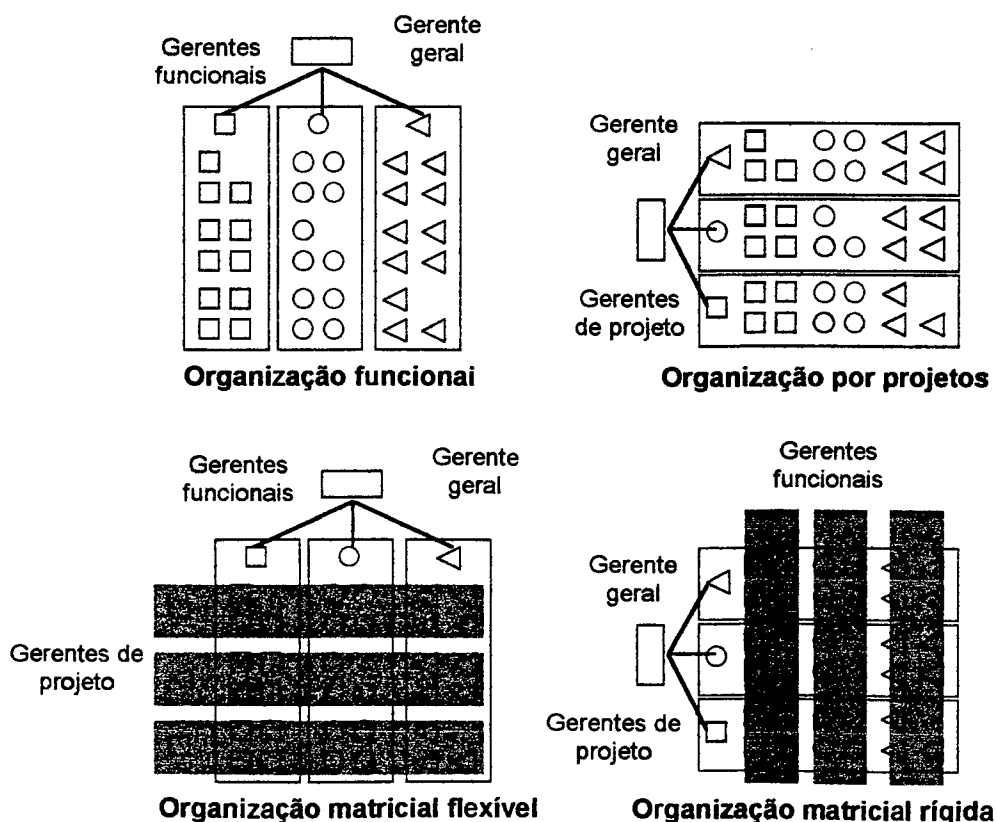


Figura 3.3 - Tipos de estruturas organizacionais Eppinger e Ulrich (1995).

3.4.1.1) Estrutura funcional

É a organização feita na base das funções que requerem atividades similares e que são agrupadas juntas e identificadas de acordo com alguma classificação funcional, como finanças, produção, produto etc. O agrupamento por função, pelo conhecimento, habilidades, processos de trabalho ou função de trabalho, reflete uma ênfase nas interdependências de processos e de escala e provavelmente interdependências sociais, em detrimento das interdependências do fluxo de trabalho. Ao departamentalizar na base funcional, a empresa pode associar recursos humanos e materiais ao longo de diferentes fluxos de trabalho. A estrutura de trabalho também encoraja a especialização, seja estabelecendo carreiras para os especialistas dentro de sua área de especialização, seja supervisionando-os através de pessoas de sua própria especialidade, seja encorajando a sua interação social.

Vantagens

A departamentalização funcional apresenta inúmeras vantagens. A principal delas é refletir uma diferenciação lógica pelas funções seguindo o princípio da especialização ocupacional dos especialistas da empresa (pessoal especializado em finanças, em produção etc.). Permite distinguir e manter o poder e o prestígio das funções principais. Simplifica o treinamento do pessoal da empresa.

Limitações

As limitações desse tipo de organização são inúmeras. A responsabilidade pelos lucros tende a ser deslocada para o nível institucional da empresa. Por outro lado, a super especialização pode levar a pontos de vista estreitos e bitolados por parte do pessoal chave, e tende a limitar o desenvolvimento de generalistas. A estrutura reduz a coordenação entre as funções da empresa, pois a ênfase sobre especialidades estreitas distrai a atenção sobre o resultado global da empresa. Os indivíduos focalizam seus esforços sobre seus próprios meios e não sobre os objetivos globais da empresa. Uma das principais limitações da estrutura é que ela carece de mecanismos próprios de coordenação do fluxo de trabalho. A tendência

natural é levar os problemas de coordenação para os níveis mais elevados da organização.

Aplicações

Esse tipo de estrutura é mais indicada para circunstâncias estáveis e de pouca mudança e que requeiram desempenho constante de tarefas rotineiras. É aconselhada para empresas que tenham poucas linhas de produtos ou serviços que permaneçam inalterados por longo tempo. Quando a tecnologia e as condições ambientais externas são mutáveis ou imprevisíveis, isto é, quando há necessidade de rápida adaptação e flexibilidade a mudanças externas, a abordagem introvertida da estrutura funcional é inadequada por não perceber e não visualizar o que ocorre fora da empresa.

3.4.1.2) Estrutura por projeto

O agrupamento ou organização na base de projetos envolve a diferenciação e o agrupamento das atividades de acordo com as saídas e resultados relativos a um ou vários projetos da empresa. É uma estratégia utilizada em projetos de produtos que envolvam grande concentração de recursos e prolongado tempo para sua produção. Como o produto é de grande porte e exige planejamento individual e detalhado e um extenso período de tempo para execução, cada produto é tratado como um projeto especial e sob encomenda.

A departamentalização por projetos requer uma estrutura organizacional flexível e mutável, capaz de adaptar-se rapidamente e sem conseqüências imprevistas às necessidades de cada projeto a ser desenvolvido e executado durante um prazo de tempo. Como o projeto é geralmente definido pelo cliente, de acordo com suas necessidades e especificações, e como requer uma determinada tecnologia, a adaptabilidade organizacional constitui um problema de base. O agrupamento por projeto representa a estratégia que permite elevado grau de coordenação entre as partes envolvidas, que deixam suas posições anteriores para

se fixarem temporariamente em um determinado projeto que passa a envolvê-las totalmente.

Vantagens

A departamentalização por projeto é, no fundo, uma departamentalização temporária por produto, quando este assume proporções enormes, requerendo investimentos e recursos elevados, tecnologia específica e períodos prolongados de tempo para seu planejamento e execução. Tem um ciclo de vida definido, por ser transitória.

Aplicações

É amplamente utilizado por empresas que se dedicam a atividades fortemente influenciadas pelo desenvolvimento tecnológico. Neste caso, estamos nos referindo a tarefas de pesquisa e desenvolvimento em empresas de diversos ramos, quando o projeto se refere a um novo produto a ser pesquisado e desenvolvido para ser futuramente colocado em linha de produção. A principal tarefa é reunir uma equipe de especialistas em diversos campos de atividade. A administração por projetos é uma decorrência desta estratégia organizacional e está centrada na adaptação de certos segmentos da empresa a um produto complexo e manufaturado a partir de uma enorme concentração de recursos e de especialistas diferentes para atender as especificações predeterminadas voltadas quase exclusivamente para atender as exigências e necessidades de clientes.

3.4.1.3) Estrutura matricial

Constitui uma das formas de organização mais desenvolvidas na atualidade e cuja utilização tem sido amplamente generalizada em situações em que a complexidade constitui o maior desafio. A essência da organização matricial é combinar formas de departamentalização funcional e de produto ou projeto na mesma estrutura organizacional ou combinar departamentalização funcional e de produto ou projeto.

Trata-se, portanto, de uma estrutura mista. Nenhuma das formas de agrupamento usadas individualmente pode conter todas as interdependências necessárias: a organização funcional limita e afeta o fluxo de trabalho; a organização por projeto/produto impede os contatos entre os especialistas situados nos diversos departamentos, e assim por diante. É preciso envolver todas as interdependências necessárias entre os diversos departamentos, divisões, etc., para levar adiante a tarefa empresarial. Uma das maneiras é conter as interdependências no nível mais alto da hierarquia, através da centralização exagerada, o que provoca inúmeros problemas. Outra maneira é estabelecer uma estrutura dual linha-staff: os departamentos de linha, com autoridade formal para decidir; contêm as interdependências principais, enquanto os departamentos de staff, com autoridade apenas para aconselhar, contêm as interdependências residuais. Uma terceira maneira é utilizar esquemas de ligação: a organização pode preservar a estrutura tradicional de autoridade, mas superimpõe uma sobrecarga de papéis de ligação, como comissões, gerentes coordenadores, forças tarefa etc., para lidar com as interdependências residuais, isto é, as interdependências não principais.

Na estrutura matricial, um gerente de produto deve coordenar os esforços do pessoal cedido pelas diversas áreas da empresa, algumas vezes com muito pouca autoridade formal. Seu papel dentro da organização em matriz é de integração e coordenação das tarefas e deve assegurar os serviços e recursos fornecidos pelo pessoal de suporte e sobre os quais tem pouca ou nenhuma autoridade formal. Quando o pessoal de suporte lotado nos departamentos funcionais reluta em prestar informações, consultoria ou recursos, o gerente de produto deve ter a habilidade para induzi-lo às suas solicitações.

3.5) Liderança e gestão

Para fazer uma empresa ou um departamento produzir resultados, o administrador deve desempenhar muitas funções ativadoras. Entre elas sobressaem a liderança e o uso adequado de incentivos para obter motivação. Ambos requerem

uma compreensão básica das necessidades humanas e dos meios através dos quais essas necessidades podem ser satisfeitas ou canalizadas. Em resumo, o administrador precisa conhecer a motivação humana e saber conduzir as pessoas, isto é, liderar.

A liderança é necessária em todos os tipos de organização humana. Principalmente nas empresas e em cada um de seus departamentos. Ela é igualmente essencial em todas as demais funções da administração: planejamento, organização, direção e controle. Porém, a liderança é mais relevante na função de direção, aquela função que toca mais perto as pessoas. Não se deve confundir liderança com direção. Os líderes devem estar presentes não apenas no nível institucional, mas em todos os níveis da empresa e nos grupos informais de trabalho.

O comportamento de liderança (que envolve funções como planejar, dar informações, avaliar, arbitrar, controlar, recompensar, estimular, punir etc.) deve ajudar o grupo a atingir os seus objetivos, ou em outras palavras, a satisfazer suas necessidades. Assim, o indivíduo que possa dar maior assistência e orientação ao grupo, para que atinja um estado satisfatório, tem maiores possibilidades de ser considerado seu líder. A liderança é, pois, uma questão de redução de incerteza do grupo. O comportamento pelo qual se consegue essa redução é a escolha. Assim o termo liderança pode ser definido como "o processo contínuo de escolha que permite à empresa caminhar em direção à sua meta, apesar de todas as perturbações internas e externas". Assim, a liderança é uma questão de tomada de decisão do grupo.

As teorias situacionais partem do princípio de que cada tipo de situação requer um tipo de liderança diferente para se alcançar a eficácia dos subordinados. Essas teorias são mais atrativas ao gerente, uma vez que aumentam as suas opções e suas possibilidades de mudar a situação para adequá-la a um modelo de liderança ou então mudar o modelo de liderança para adequá-lo à situação. Assim, o verdadeiro líder é aquele capaz de se ajustar a um grupo particular de pessoas sob condições extremamente variadas. Sob esse prisma, os ingredientes

fundamentais na teoria da liderança são três: o líder, o grupo e a situação. E a variável situação assume a maior importância na determinação de quem será o líder e o que ele deverá desempenhar.

As estruturas organizacionais, com sua variedade de tamanhos, a sofisticação tecnológica e os graus de complexidade e formalização estão desenhados para serem sistemas manipuladores de informação ou evoluir para que assim se transformem. Implícita ou explicitamente, o poder, a liderança e a tomada de decisões se apoiam sobre o processo de comunicação, já que careceriam de sentido face à ausência de informação.

Em toda empresa existe uma complexa combinação de meios de comunicação através dos quais elas transitam e se propagam.

As comunicações são vitais e imprescindíveis em qualquer forma de vida social, principalmente nas empresas. O tipo de informação ou mensagem, os meios de transmissão, o destino, a intenção de emissor e a percepção do receptor são partes integrantes do processo de comunicação.

A importância das comunicações ou da informação para a empresa dependem de quatro fatores cruciais:

- a) o grau de conflito ou de competição com o meio ambiente externo;
- b) o grau de dependência de apoio interno e de unidade interna;
- c) o grau em que as operações internas e o meio ambiente externo estão racionalizados, isto é, caracterizados por uniformidades previsíveis e sujeitos a uma influência planejada, afetando os dois fatores anteriores;
- d) o tamanho e a estrutura da organização empresarial, sua heterogeneidade de participantes e diversidade de seus objetivos e sua centralização de autoridade.

Quanto maiores estes quatro fatores cruciais, tanto maior a importância das comunicações para a empresa.

3.6) Acompanhamento e controle

O processo administrativo foi definido como um sistema aberto cíclico de planejamento, organização, direção e controle. Todas estas funções administrativas estão intimamente ligadas entre si: elas são interdependentes e interagentes. Os objetivos e outras metas servem de base para seleção dos padrões de controle.

Embora menos envolvente do que as demais funções administrativas, o controle representa uma contraparte de todas elas. O controle propicia a mensuração e a avaliação dos resultados da ação empresarial obtida a partir do planejamento, da organização e da direção. Nenhum plano está completo e acabado até que se tenha elaborado os meios para avaliar seus resultados e conseqüências. A finalidade do controle é assegurar que os resultados das operações se ajustem tanto quanto possível aos objetivos previamente estabelecidos.

A palavra controle tem muitas conotações e seu significado depende da função ou área específica em que é aplicada e pode ser entendida como:

1. a função administrativa que compõe ou faz parte do processo administrativo, como o planejamento, organização e a direção, e que a antecede;
2. os meios de regulação utilizados por um indivíduo ou empresa, como certas tarefas reguladoras que um controlador aplica a uma empresa para acompanhar e balizar o seu desempenho e orientar as decisões;
3. a função restritiva de um sistema para manter os participantes dentro dos padrões desejados e evitar qualquer desvio. É o caso do controle de freqüência e expediente do pessoal para evitar possíveis abusos.

O controle pressupõe a existência de objetivos e de planos, pois não se pode controlar sem planos que definam o que deve ser feito. O controle verifica se a execução está de acordo com aquilo que foi planejado: quanto mais completos,

definidos e coordenados forem os planos, e tanto maior o período para o qual foram feitos, tanto mais completo será o controle.

A teoria do controle se baseia em três importantes conceitos:

- a) Homeostase: é a tendência que todos os organismos e organizações têm a auto-regular-se, isto é, a retornarem a um equilíbrio estável toda vez que forem submetidos a alguma perturbação por força de algum estímulo externo. As empresas possuem padrões de comportamento relativamente programáveis - como procedimentos operacionais programados - que lhes permitem estabilidade no decorrer do tempo, sem que haja intervenção dos níveis empresariais superiores.
- b) Realimentação: ou retroação, é o mecanismo que fornece informações relativas ao desempenho passado ou presente, capazes de influenciar as atividades futuras ou os objetivos futuros do sistema. A realimentação é um ingrediente essencial a qualquer processo controlador e fornece informações necessárias às decisões para promover o ajustamento do sistema.
- c) Cibernética: é a ciência da comunicação e do controle nos organismos vivos e nas máquinas. A cibernética envolve comunicação e controle, ou seja, o fluxo de informações nos sistemas complexos. Ela estuda os sistemas complexos, probabilísticos e auto-reguladores.

O controle está presente, em maior ou menor grau, em quase todas as formas de ação empresarial.

Os padrões de controle dependem diretamente dos objetivos, especificações e resultados do processo de planejamento. Os padrões de controle podem referir-se a quantidade, tempo e custo (qualidade).

Um padrão significa um nível de realização ou de desempenho que se pretende tomar como referência. Um padrão pode servir a dois propósitos: um alvo motivacional que se espera atingir e um resultado esperado usado no planejamento e na coordenação.

Acompanhamento dos resultados:

No nível intermediário, o controle se baseia fundamentalmente nas informações obtidas no acompanhamento da execução dos planos de ação ou da operação dos programas previamente estabelecidos. O controle utiliza a rede de informação da empresa para permitir aos executivos do nível intermediário o conhecimento dos resultados ou do desempenho que se pretende medir.

É interessante a ressalva de que a estreita interação entre a empresa e o seu ambiente externo ou ecossistema, bem como entre os componentes de seu sistema interno, "gera uma massa muito grande de dados, que precisam ser classificados, armazenados, agrupados, recuperados e divulgados de forma conveniente e no momento adequado, de modo a se tornarem informações significativas e relevantes para o administrador, auxiliando-o no processo de tomada de decisões. Nessas condições, a informação passa, portanto, "a se constituir em um fator tão importante quanto os recursos da empresa tradicionalmente citados, ou sejam, máquinas e equipamentos, mão de obra e recursos financeiros. Com o aumento da complexidade ambiental e o conseqüente aumento no volume dos dados, a rapidez na transmissão e a significância das informações de que o administrador necessita levaram à necessidade de planejar os sistemas de informação e de se introduzir tecnologia sofisticada no processamento de dados. O sistema de informação gerencial é planejado com o objetivo de auxiliar o administrador na tomada de decisões, fornecendo-lhe informações confiáveis, em quantidade adequada, na devida época, a um custo compatível com o volume de dados processados e com o nível das decisões, tomando em consideração seus reflexos sobre as operações da empresa.

3.7) Considerações finais

A teoria da Contingência é a última novidade dentro da teoria administrativa e marca um passo além da Teoria de Sistemas. Todas as pesquisas revelaram que a

teoria administrativa até então era insuficiente para explicar os mecanismos de ajustamento das organizações aos seus ambientes e as suas tecnologias de maneira proativa e dinâmica.

Verificou-se que muita coisa existente dentro das organizações era decorrente do que existia fora delas, nos seus ambientes. Passou-se a estudar os ambientes e a interdependência entre a organização e o meio ambiente. O conhecimento do ambiente passou a ser vital para compreensão dos mecanismos organizacionais. Além das condições tecnológicas, econômicas, sociais, culturais e outras que existem no ambiente geral, as organizações interagem com seu ambiente de tarefa (composto de fornecedores, clientes, concorrentes e entidades reguladoras), onde pretendem manter o seu domínio. O ambiente de tarefa pode ser homogêneo ou heterogêneo, como pode ser estável ou mutável, exigindo características organizacionais diferentes.

Deste modo, pode-se concluir, a respeito da Teoria Contingencial, que ela se adapta ao ambiente complexo de projeto e desenvolvimento de produtos.

Capítulo IV

A engenharia simultânea

4.1) Introdução

Nos últimos 10 anos, o ciclo de vida de produtos de diferentes ramos da indústria diminuiu, enquanto que o tempo (proporcionalmente ~~relativo~~ ao ciclo de vida) gasto no desenvolvimento de novos produtos aumentou significativamente (Bullinger *et al*, 1996). Isto mostra que, atualmente, as empresas estão vivenciando uma época em condições turbulentas, na qual sobreviver não depende apenas da habilidade de vender seus produtos, mas também, da capacidade de renovação destes. Assim, uma contínua adaptação é necessária, especialmente na área de projeto de produtos, que influencia de maneira decisiva, outras áreas, tais como a de produção e a de vendas.

O processo de desenvolvimento de produtos já foi definido em linhas gerais no capítulo 2. Prosseguindo, o presente capítulo irá abordar aspectos relacionados com a implementação da engenharia simultânea apresentando-se estratégias e áreas afetadas para se constituir um novo ambiente para o processo de desenvolvimento de um produto industrial, que podemos chamar de desenvolvimento integrado, necessário para o aprimoramento, a sobrevivência e o crescimento de uma empresa em um mercado competitivo e globalizado.

Entre os benefícios na obtenção da qualidade total no desenvolvimento de um produto através de um ambiente de engenharia simultânea estão: (1) a diminuição do tempo de desenvolvimento, (2) a satisfação dos consumidores, através da melhoria da qualidade dos produtos e (3) a redução dos custos, envolvidos no desenvolvimento e na produção de um produto. Estes três fatores combinados fazem com que aumente a competitividade de um produto industrial.

4.2) Fatores que influenciam o desenvolvimento

Para Andreasen (1987), existem fatores, dentro de muitas indústrias, que influenciam a atividade de desenvolvimento na direção oposta ao do aumento de competitividade. Pesquisas foram feitas em empresas de diversos países, tais como: Dinamarca, Alemanha, Inglaterra e E.U.A. e constataram que seus modelos eram diferentes do modelo de sucesso do Japão. Eles chegaram às seguintes constatações:

- existe dentro dessas empresas uma elevada departamentalização, provocando um desenvolvimento lento, principalmente devido a divisão de atividades interdepartamentais em face aos ambientes pouco integrados destas, fazendo com que uma tarefa não seja realizada na hora e de maneira adequada;
- essa departamentalização leva a um aumento no nível de conhecimento e competência de especialistas, mas ao mesmo tempo gera um nível baixo de conhecimentos gerais, pouca integração e padronização necessários ao desenvolvimento rápido de produtos complexos como os atuais;
- pouca estruturação e planejamento do processo de desenvolvimento de produtos, aumentando-se o número de iterações para a resolução de um problema, ou mesmo, sua repetição, acrescentando-se custos ao produto;

Clark *et al* (1994), escreve em seu artigo que, para ser um líder no ambiente industrial nos anos 90, uma empresa deve sobressair-se, pelo que apresenta, de duas contraditórias maneiras. Primeiramente, ela deve constantemente construir e refazer suas áreas de especialização, então ela terá a capacidade necessária para ficar a frente das outras. Em segundo lugar, ela deve estar pronta a uma mudança para um ambiente de tarefas multi-disciplinares e contar com o trabalho em equipe sempre que isto ocorra, para se prevalecer num ambiente competitivo e turbulento. Em outras palavras, a empresa deve encontrar o modo que melhor a capacita num dado ponto no tempo para surgir com um produto que encontre as necessidades de

seus consumidores (o que depende de alta especialização de seu pessoal) e do modo mais rápido possível e mais eficiente que seus competidores (o que depende de integração).

Clausing (1994) nos diz que, a rapidez no lançamento de um produto é essencial na dinâmica da moderna economia internacional. Isto faz com que o produto obtenha uma grande fatia do mercado, liderando-o e obtendo o sucesso esperado. Por outro lado capacita uma adaptação rápida que o produto por ventura tenha que sofrer devido às mudanças no mercado ou de seu competidor.

De acordo com Gupta *et all* (1990), apesar do aumento da pressão em desenvolver mais e novos produtos e da necessidade de acelerar o desenvolvimento, 87% das respostas, obtidas em uma pesquisa realizada em diversas empresas, mostram que a maioria das razões, as quais são responsáveis pelo atraso do desenvolvimento de um produto no passado, permanecem atualmente em suas companhias. Baseado nas respostas dos gerentes entrevistados, a maior parte das razões foram identificadas e são apresentadas na figura 4.1.

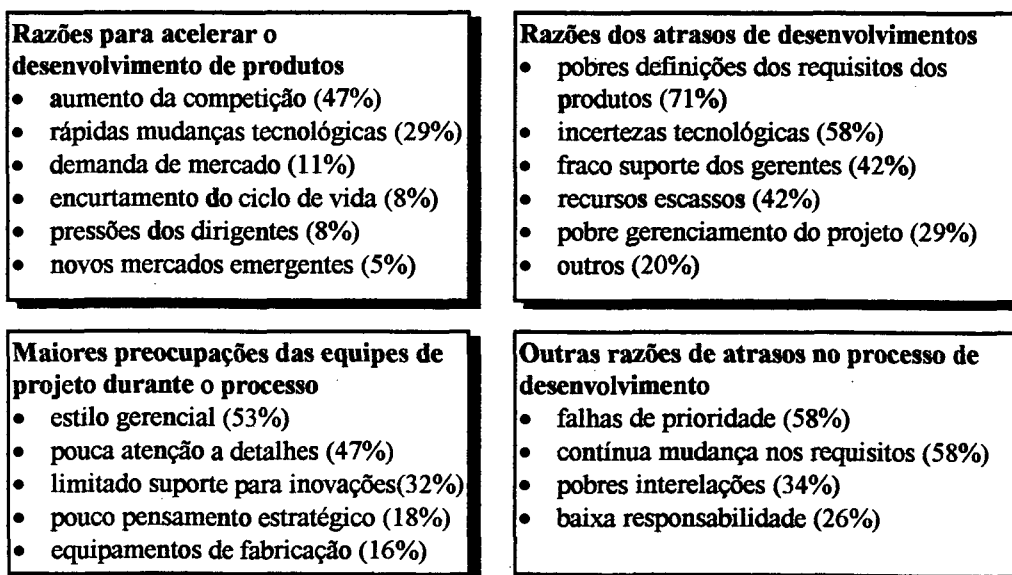


Figura 4.1- Avaliação do processo de desenvolvimento (Gupta *et all*, 1990).

A engenharia simultânea possui diretrizes para uma integração e adaptação necessários ao processo de desenvolvimento de produtos.

Para a implementação de todas essas mudanças é necessário um efetivo e eficaz gerenciamento do processo de desenvolvimento para que se alcance qualidade no produto, num período curto de tempo com o menor custo o que se vai demonstrar ao longo deste capítulo.

4.3) O desenvolvimento num ambiente de engenharia simultânea

Indubitavelmente, a otimização do “Triângulo Mágico” que é mostrado na figura 4.2 é necessária (Bullinger *et al*, 1996).

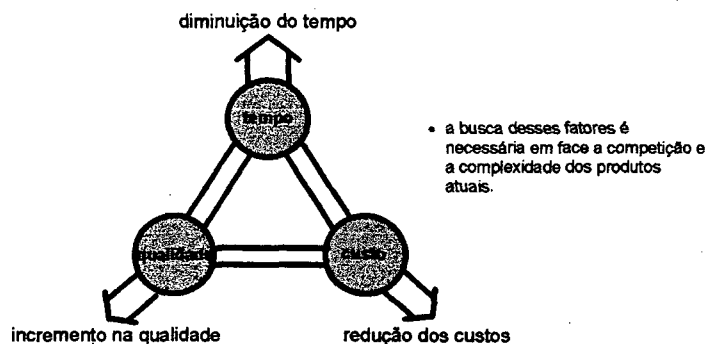


Figura 4.2 - “Triângulo Mágico” (Bullinger *et al*, 1996).

Segundo Clausing (1994), a engenharia simultânea possui duas características essenciais: (1) capacita um processo simultâneo, isto é, em uma visão micro as tarefas são realizadas seqüencialmente, mas de uma perspectiva macro o efeito é de simultaneidade e (2) é realizada por uma equipe de desenvolvimento de produtos multifuncional, isto é integrando o projeto. A engenharia de projeto do produto, de processos-produção, o suporte e todas as outras áreas relacionadas com o desenvolvimento são comprometidas desde o início com uma série de objetivos e atividades integrados. A idéia é simples: ter uma equipe trabalhando em um sistema integrado de atividades de desenvolvimento

focada no benefício do consumidor. O sistema compreende o produto, e a capacidade de produção e apoio, sendo estes integrados em um sistema unificado.

De acordo com Bullinger *et al* (1996), a engenharia simultânea foi baseada nas reações da indústria européia no sentido de obter uma diminuição do tempo de desenvolvimento de novos produtos em relação às companhias Japonesas. Seu enfoque principal é na simultaneidade das diversas tarefas, não se preocupando muito com os aspectos de integração. Na literatura a engenharia simultânea ou concorrente são descritas freqüentemente como uma estratégia, mas a experiência prática mostra muito mais que isto. A engenharia simultânea de acordo com Bullinger é antes uma metodologia e uma proposição de uma técnica integrada de resolução de problemas envolvendo todos os recursos presentes no processo de desenvolvimento de produtos.

Para Miler (1993), um ambiente de engenharia simultânea, na sua forma mais simples, ocorre quando há uma execução integrada de quatro processos técnicos-comerciais. Estes processos são: gerenciamento, projeto, produção e infra-estrutura informatizada para o suporte dos outros, sendo o gerenciamento o mais importante dos processos, pois ele facilita e coordena as atividades, tradicionalmente independentes, que agora são integradas, ele também administra funções e elementos organizacionais dentro da empresa.

Podemos dizer que, a administração nada mais é que a condução racional das atividades de uma organização, tratando do planejamento, da estruturação, da coordenação e do controle de todas as atividades diferenciadas pela divisão de trabalho que ocorrem dentro de uma organização. Assim, a administração é algo imprescindível para a existência, sobrevivência e sucesso das organizações, ainda mais na implementação, sustentação e no contínuo aprimoramento de técnicas como a da engenharia simultânea com sua complexa rede de tarefas e informações que se não forem bem administrados podem trazer o caos durante o desenvolvimento de um produto.

4.3.1) Aspectos de implementação da engenharia simultânea

Como mencionado anteriormente, os benefícios de um ambiente de engenharia simultânea podem ser vistos na otimização do processo de desenvolvimento com relação ao “Triângulo Mágico”, i é no que se refere a tempo, custos e qualidade. Agora, a questão é como e onde a engenharia simultânea deverá ser introduzida na empresa. Para responder esta pergunta, várias estratégias (como), áreas (onde) serão discutidas em seguida.

4.3.1.1) Estratégias

Para Bullinger *et all*, (1996), geralmente três possíveis estratégias podem ser identificadas como recomendações para um eficiente ambiente de engenharia simultânea:

- Paralelização de sub-processos e de tarefas, a fim de eliminarem-se os atrasos;
- Padronização de elementos pertinentes ao processo de desenvolvimento do produto, com o intuito de melhorar o entendimento e minimizar as confusões.
- Integração de departamentos e pessoal via uma composição matricial ou multifuncional de equipes de trabalho.

Paralelização

A paralelização no processo de desenvolvimento do produto implica no corte e otimização dos tempos gastos. O primeiro passo é remover tempos “vazios” dentro do desenvolvimento. Isto significa que tarefas que não tenham qualquer dependência com outra podem e devem ser realizadas simultaneamente. Na prática, muitas tarefas dependem de outras. Neste caso, a tarefa dependente deve começar

antes da precedente acabar. Um começo antecipado é possível em muitos casos, pois nem todas as informações de uma tarefa são requeridas logo no começo da próxima tarefa.

O resultado deste procedimento é a aceleração da execução das atividades. Contudo, este procedimento implica em um processo complexo de tomada de decisões, o que pode representar uma dificuldade. Esta complexidade, a das tomadas de decisões, é causada por um incremento na quantidade de informações e da velocidade de transferência destas entre os membros da equipe ou departamentos envolvidos.

A figura 4.3 ilustra a paralelização e os aspectos envolvidos neste procedimento.

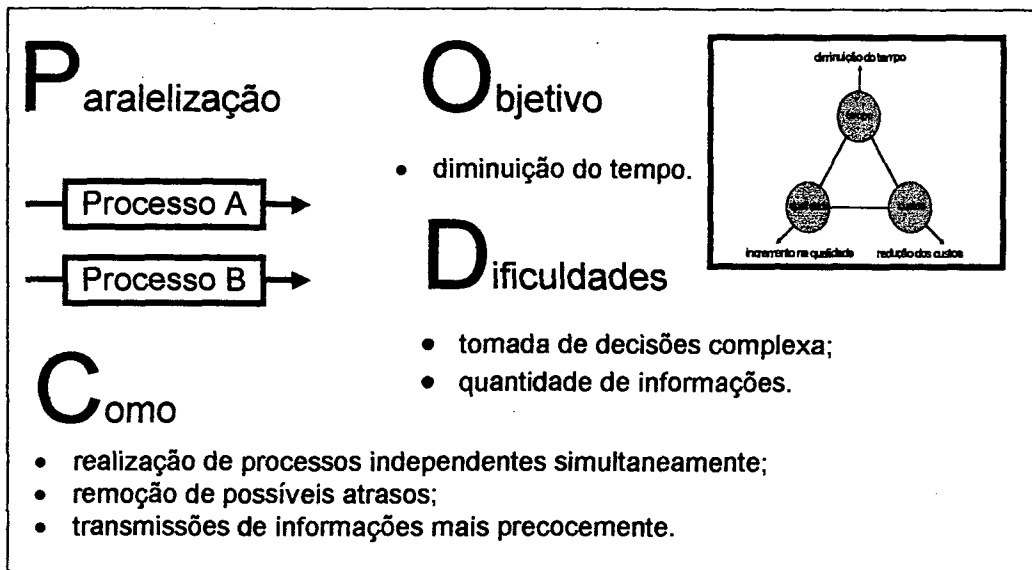


Figura 4.3 - Aspectos de paralelização [adaptado de Bullinger *et al*, (1996)].

Padronização

A padronização é definida como a unificação de aspectos no processo de desenvolvimento do produto que mostram um alto grau de similaridade, ou seja, a redução de tarefas do mesmo gênero a um só tipo, segundo um padrão. Atrás dessa estratégia estão dois diferentes modos de procedimentos.

Primeiramente, a definição de uma ordem particular de atividades, i.e. a estruturação do processo. Contudo, se constata que tarefas que são freqüentemente repetitivas são também muito específicas ou generalistas, dificultando a padronização destas. Em segundo lugar, obter uma padronização dos próprios produtos, tratando-os como sistemas/elementos e não como montagens/componentes específicos.

Os objetivos da padronização estão em evitar repetição não necessária de trabalho, como o aprendizado de experiências já existentes. Se as tarefas de rotina forem padronizadas e portanto reduzidas, haverá uma disponibilização maior de tempo para trabalhos criativos e inovadores e também para o gerenciamento de eventos não previstos, que geralmente ocorrem nessas atividades. A padronização pode ser a garantia de uma paralelização e integração efetivas e de sucesso dentro do processo de desenvolvimento de um produto. Porém, uma padronização exagerada pode levar o desenvolvimento a uma elevada burocratização e limitar a criatividade dos projetistas.

A figura 4.4 mostra um resumo dos aspectos envolvidos na padronização.

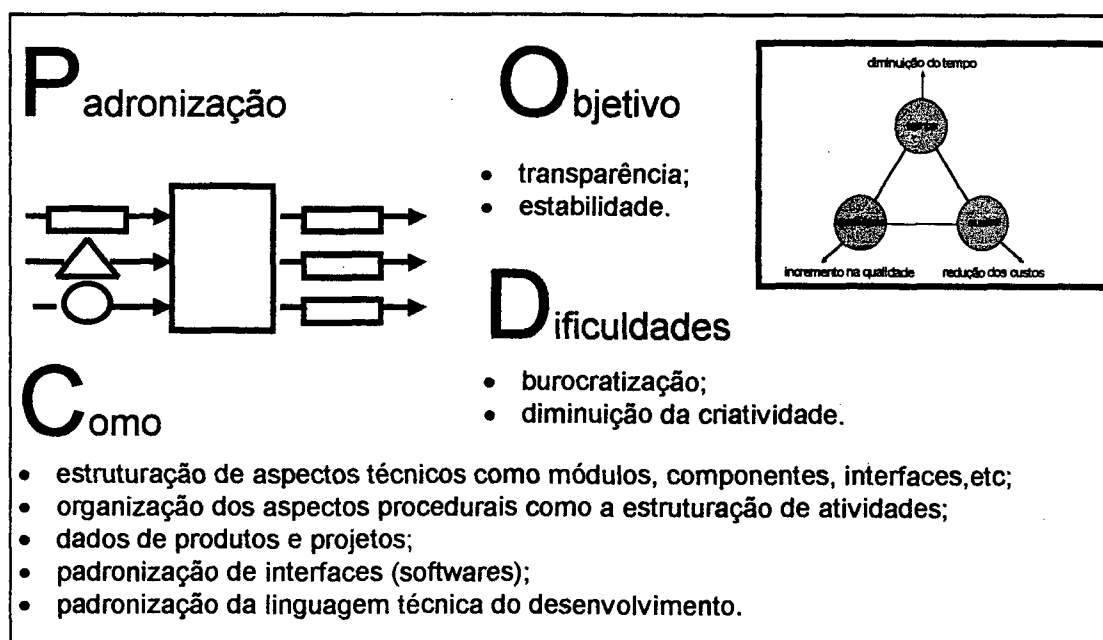


Figura 4.4 - Aspectos de padronização [adaptado de Bullinger *et al*, (1996)].

Integração

Considerando o processo de desenvolvimento do produto como uma atividade multi-disciplinar e interdepartamental esta deverá, necessariamente, ser integrada através de um bom planejamento, organização, coordenação e controle das atividades envolvidas.

A integração exige que o trabalho seja feito em equipes interdepartamentais e multidisciplinares, pensando e se comportando em um processo de maneira orientada, realizando objetivos comuns.

A alocação de tarefas de desenvolvimento em diferentes áreas funcionais é combinada com o incremento de problemas de comunicação resultando perda de informações e de tempo, o que pode representar uma dificuldade. Os motivos dessa perda de informações são por causa de diferentes interpretações destas, não harmonização de tarefas, isto é, tarefas disputadas ou ignoradas por departamentos e ignorância de conhecimentos entre departamentos.

A figura 4.5 mostra um resumo dos aspectos envolvidos na integração.

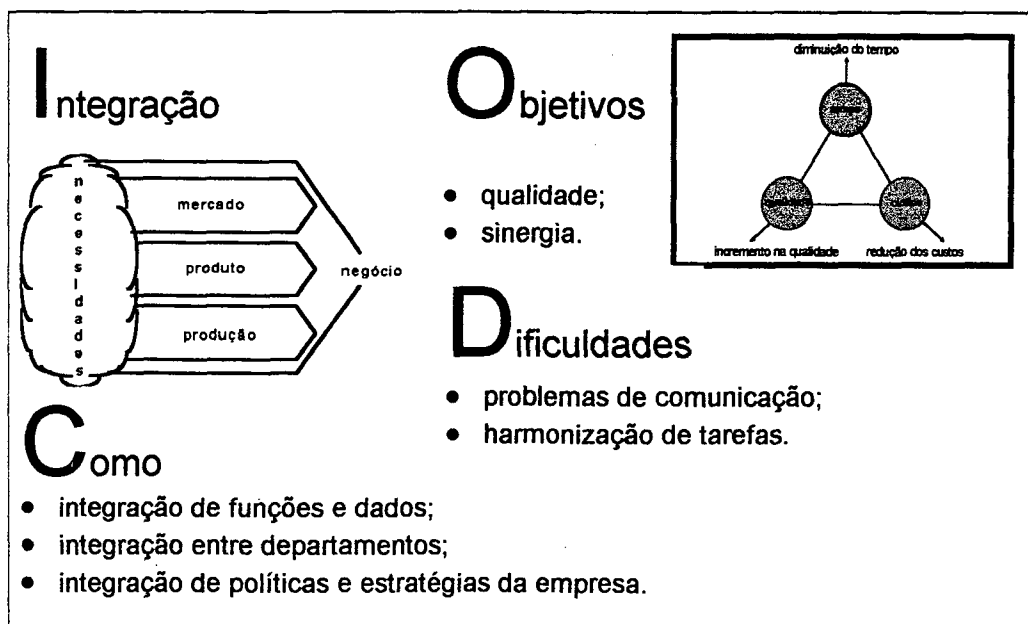


Figura 4.5 - Aspectos de integração [adaptado de Bullinger *et al*, (1996)].

4.3.1.2) Áreas potenciais para o aperfeiçoamento

Para otimizar o processo de desenvolvimento do produto em uma empresa, i. e. melhorar a efetividade e a eficiência, é inevitável que mudanças devam ser feitas na estrutura organizacional, nos processos, instalações e nas diretrizes do treinamento de pessoal, bem como novas soluções para o próprio produto. Estas mudanças são realizadas em áreas susceptíveis e controladas de uma empresa:

- organização, relacionado com a estruturação funcional e coordenação;
- processos, estruturação e planejamentos das tarefas;
- recursos, planejamento e coordenação na alocação de recursos;
- produtos, controle da qualidade.

Organização

As estruturas internas de uma empresa são determinadas por sua estrutura organizacional, isto é, em função de seus objetivos, as empresas definem seus domínios onde pretendem formalizar seu ambiente de tarefa. Para realizá-los elas precisam agrupar, estruturar, organizar e sincronizar todos os seus recursos e habilidades para uma operação global, que é a de desenvolvimento de produtos.

Um dos principais objetivos da organização de um ambiente simultâneo de desenvolvimento é a redução da fragmentação de atividades entre departamentos, isto é, a redução da departamentalização. Com isso se consegue integrar os conhecimentos de vários especialistas aumentando a qualidade dos produtos e reduzindo o tempo de desenvolvimento.

A figura 4.6 ilustra algumas diferenças entre uma condição simultânea e uma seqüencial.

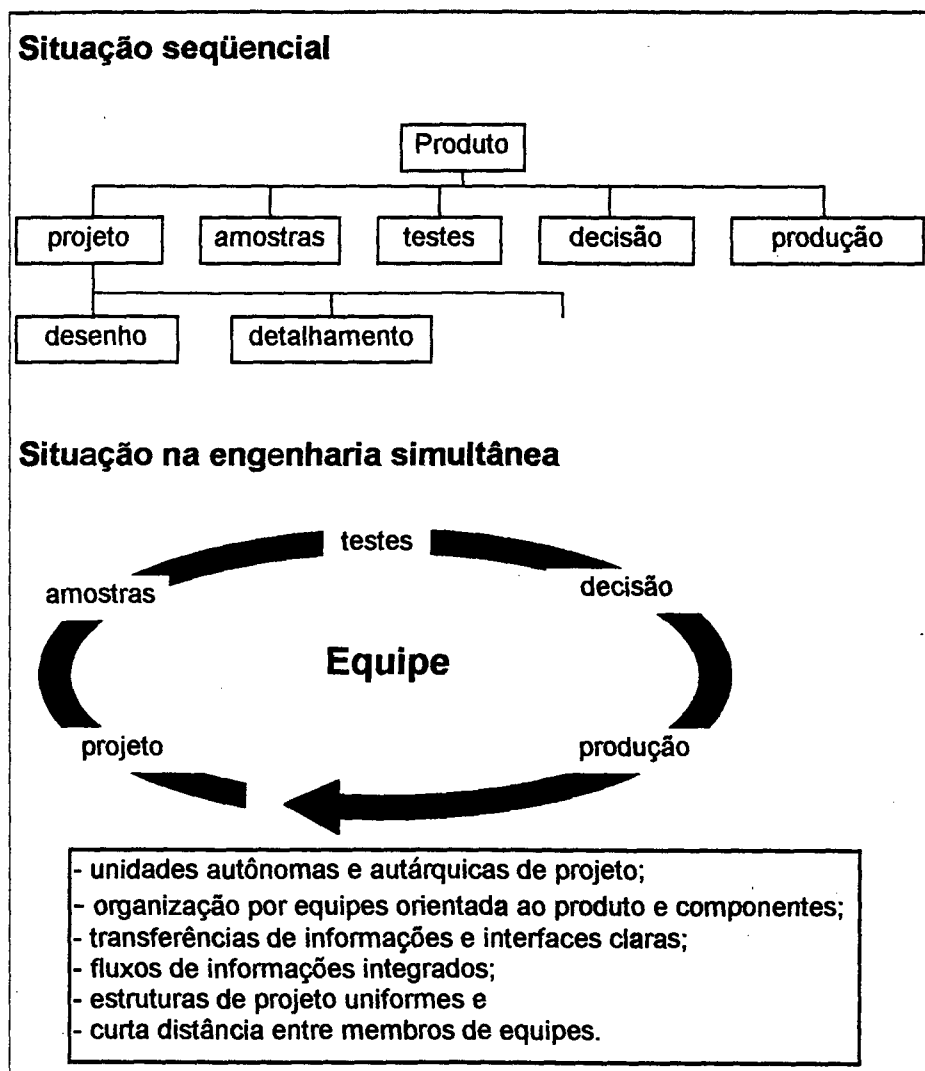


Figura 4.6 - Aspectos organizacionais (Bullinger et al, 1996).

Processos

Enquanto ultrapassamos as barreiras funcionais pela redução da departamentalização, cresce a necessidade de reestruturação dos processos, no sentido de se evitar o seqüenciamento das tarefas com a implantação de um desenvolvimento simultâneo. Para isto, o planejamento, a coordenação e o controle das atividades de projeto são necessários.

A figura 4.7 mostra a condição convencional e a condição na engenharia simultânea na área de processos.

A implementação de procedimentos em uma empresa determina o processo de desenvolvimento do produto e influencia na efetividade e na eficiência.

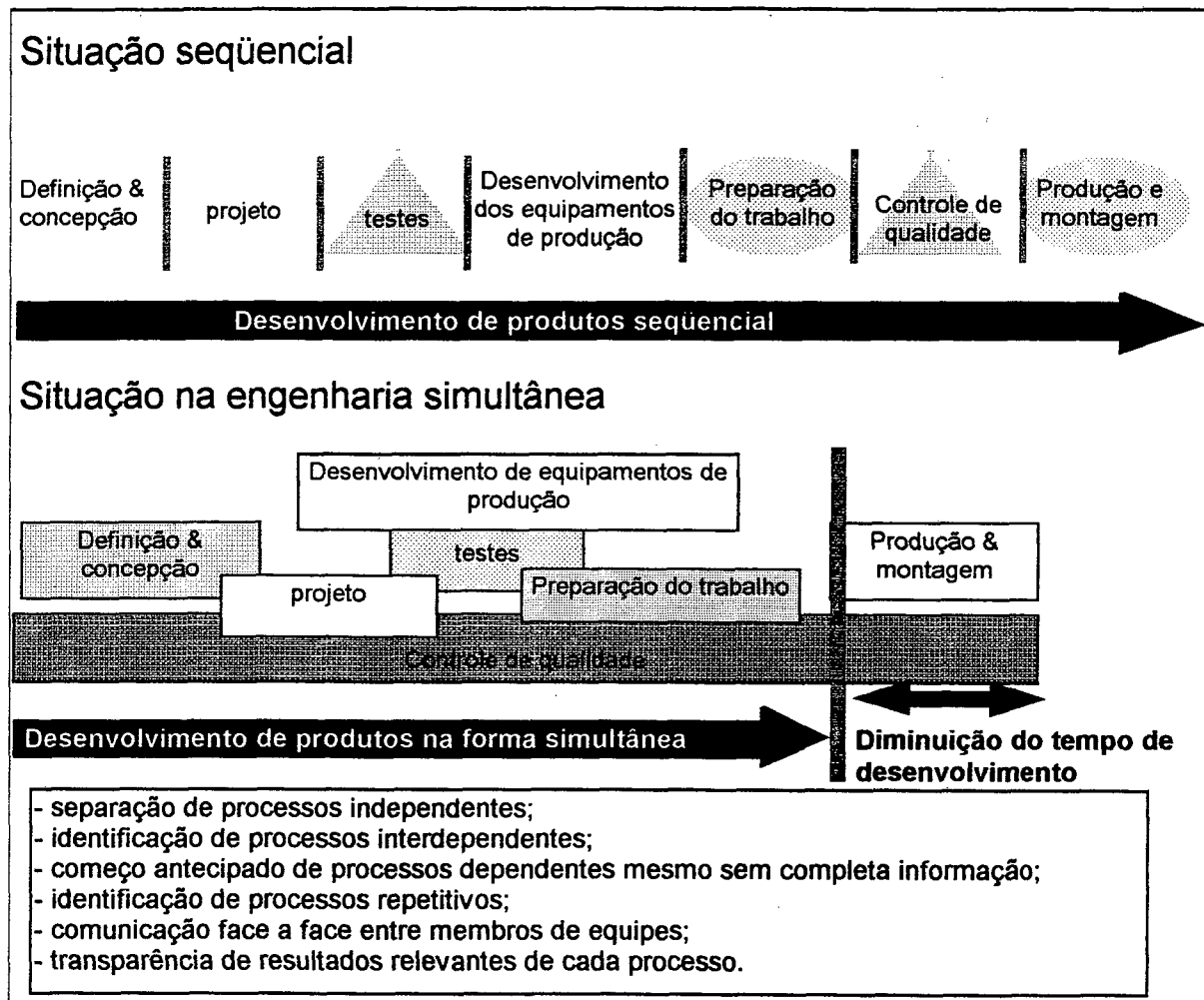


Figura 4.7 - Mudanças nos processos Bullinger *et al*, 1996)

Recursos

A eficiência e a efetividade da produção e dos serviços de uma empresa são dependentes de seus tradicionais fatores de produção tais como: laboratórios, capital, pessoal, instalações e de um novo fator, a informação. Estes recursos podem ser avaliados pelo que há disponível dentro da companhia. Um novo ambiente de desenvolvimento requer mudanças nesses aspectos de infra-estrutura.

O desenvolvimento de recursos humanos torna-se um grande suporte para a implementação do ambiente simultânea. Interdisciplinaridade e a capacidade de trabalho em equipes são requeridos. Deste modo, aspectos de liderança, comunicação e cooperação dentro de equipes ou departamentos são habilidades e comportamentos necessários para o sucesso do desenvolvimento. De acordo com a figura 4.8, uma situação convencional, onde os projetos são “arremessados por cima de muros” deve dar lugar à engenharia de equipes.

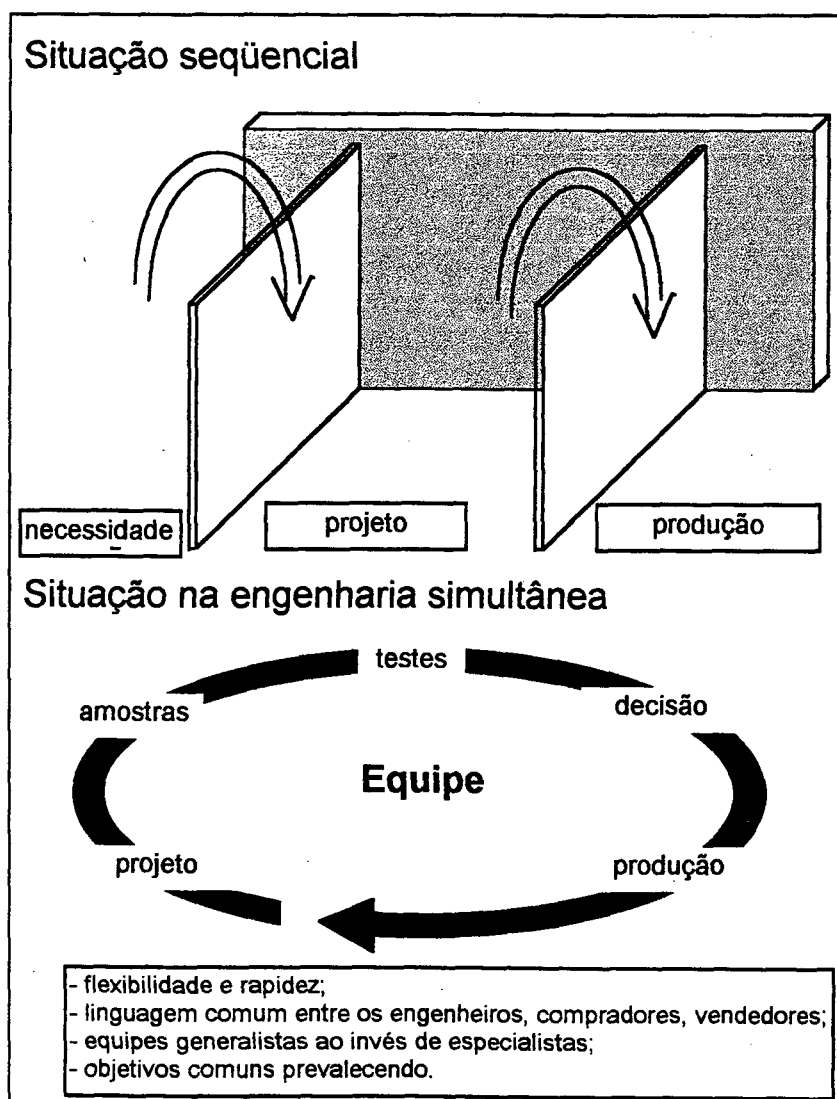


Figura 4.8 - Recursos humanos (Bullinger *et al*, 1996).

Os aspectos físicos correm atrás dos humanos, sendo um dependente do outro. Provavelmente um novo arranjo físico ou mesmo um virtual, usando redes de comunicação, será necessário para que as informações corram em direções corretas e de maneira rápida e confiável. É um importante fator de integração. Como ilustra a figura 4.9, o uso de redes de computadores facilita a integração, através de uma comunicação mais eficiente.

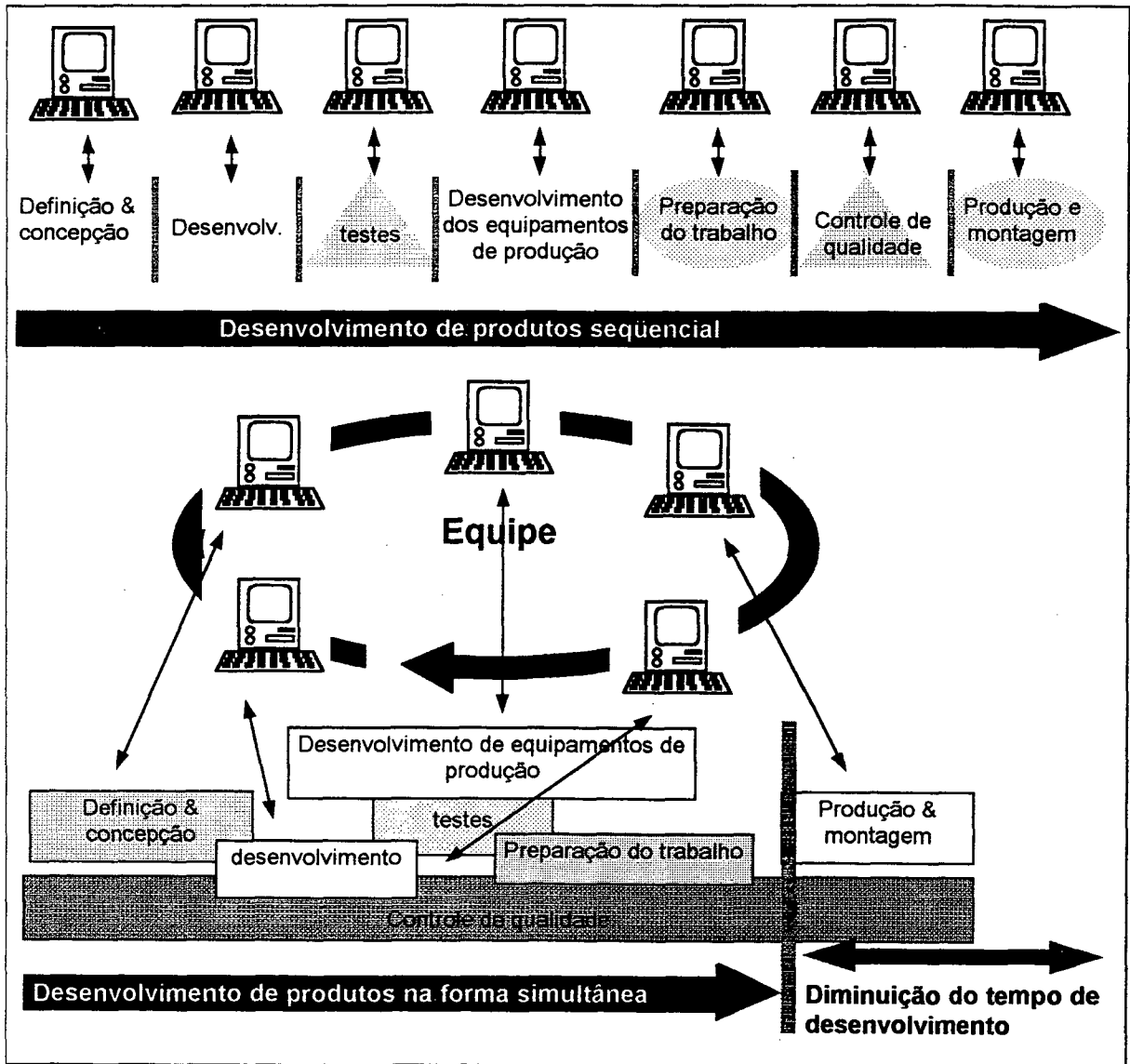


Figura 4.9 - Recursos físicos (Bullinger *et al*, 1996).

Produto

O resultado do processo de desenvolvimento é constituído de uma documentação do produto (concepção, desenhos detalhados, cálculos, lista de materiais, etc.) e de seu processo de produção (seqüências de montagem, processos de fabricação e outros planos). Para se chegar a uma documentação completa e detalhada, as informações das fases iniciais de desenvolvimento são muito importantes que devem ser documentadas desde o seu início. Todas essas informações podem também servir a um outro projeto ou seja, de um outro produto, daí a importância de um sistema de informações envolvendo estes dados.

Deste modo, alguns aspectos são muito importantes para o processo de padronização do produto e o desenvolvimento de ferramentas computacionais de desenvolvimento, tais como:

- documentação do produto e da produção e sua interação em um documento unificado e sistema de informação;
- consistência de dados;
- bibliotecas para padronização de componentes como ferramenta para o desenvolvimento;
- decisões racionais e;
- desenvolvimento de módulos e de famílias de produtos.

4.3.2) Técnicas empregadas

A partir dessa complexidade do ambiente de desenvolvimento de produtos surgiram vários novos conceitos, denominações e preocupações que servem como apoio para a implementação das idéias da engenharia simultânea. Esses conceitos são encontrados na literatura técnica e na prática industrial sob denominações tais como: desdobramento da função qualidade (QFD), projeto para o custo (DFC), projeto para manufatura (DFM) e projeto para montagem (DFA). Dentro desses,

conceitos é importante destacar duas linhas principais de pensamento. A primeira é que o projeto deve ser elaborado tendo por preocupação todas as fases pela qual passa o produto, isto é, desde a identificação das necessidades até o descarte deste. A segunda linha é quanto ao processo de desenvolvimento, no que se refere a multidisciplinaridade das atividades, formação e integração de equipes e simultaneidade das atividades. Outra visão rica em novos termos ou siglas, é quando se enfoca o meio computacional ou o uso do computador no processo de produção, onde se tem ferramentas como: CAE, CAD, CAM, CIM e FEA.

4.3.3) Infra-estrutura necessária

A estrutura para implantação da engenharia simultânea normalmente agrega três elementos principais: um ambiente organizacional bem estruturado, referente aos dados de produtos para o suporte ao desenvolvimento; uma estrutura de ferramentas, para o tratamento dos dados e integração do processo; tudo isso apoiado em um sistema informatizado. No capítulo V irá se apresentar, de maneira mais completa, estruturas propostas por vários autores e a seguir serão apresentadas algumas recomendações, de acordo com a engenharia simultânea, para a implantação dos elementos citados nos itens 4.3.1 e 4.3.2:

- distribuição e controle de dados pertinentes ao desenvolvimento;
- arquitetura cliente/servidor com múltiplos terminais;
- interações entre diferentes desenvolvimentos e estabelecimentos de suas interdependências;
- modelagens de processos dependentes e independentes para capacitar trabalhos paralelos e simultâneos;
- reação flexível a mudanças no processo de desenvolvimento bem como na organização deste;
- métodos comuns para execução de tarefas via o uso de interfaces;

- estruturação da capacidade da empresa no que se refere a organização de multi-projetos;
- sistemas de comunicação e integração;
- sistemas de segurança de dados;
- oferecer diferentes ferramentas através do uso de interfaces de integração;
- integração entre as várias ferramentas;
- atualização contínua de dados referentes a atividades de desenvolvimento para um efetivo acompanhamento e controle de dados;
- padronização da linguagem técnica usada pelos membros da equipe;
- armazenamento, controle e acesso de documentação oficial de produtos e projeto, do início do desenvolvimento até o final do ciclo de vida e
- planejamento progressivo dos projetos, controle do progresso do desenvolvimento e auditoria deste.

4.3.4) Diretrizes para a implementação

É indispensável adaptar organizações ou processos às novas situações que vão em direção a um ambiente empresarial de permanentes mudanças. Durante alguns anos atrás, visões e princípios gerais, como a qualidade total e reengenharia, foram discutidos intensivamente por empresas que objetivavam a competitividade. Muitos empreendedores e gerentes ainda possuem a tarefa de implementar estes conceitos. Como é sabido, a efetivação de novos métodos e conceitos é demorada, dificultosa, e gera muitas conseqüências ao ambiente fabril, que podem ser tomadas como negativas ou arriscadas pelos empregados mais conservadores. Porém, se estas mudanças são consideradas como necessárias à sobrevivência, resulta em uma pesada obrigação. Assim, de certo modo, parece difícil considerar um ambiente de mudanças como um ambiente de oportunidades coletivas e individuais. O resultado disto é de que a maioria (cerca de 80%) destas tentativas se tornam

fracassadas. Deste modo, uma mudança também no comportamento da gerência é de fundamental importância para o sucesso da implementação de um processo de integração como este (Bullinger *et al*, 1996).

As mudanças necessárias ao gerenciamento estão relacionadas, de maneira geral:

- aos objetivos empresariais e a direção estratégica;
- aos processos internos;
- às responsabilidades e competências;
- à cultura empresarial e;
- aos bens físicos e materiais.

A mudança gerencial pode tomar lugar de dois diferentes modos:

- primeiramente, há uma básica e profunda mudança estrutural, cultural e estratégica da empresa (mudanças radicais na forma de reengenharia) e;
- em segundo lugar, envolve um ajuste com pequenas modificações na forma metodológica e organizacional que se tornam, por sua vez, obrigatórias.

A consequência da implementação da engenharia simultânea é mais que, somente, o uso de novas ferramentas. Ela envolve uma nova orientação de um completo processo de desenvolvimento de produtos. É necessário desenvolver um profundo entendimento do processo e suas correlações. Não é simplesmente suficiente pensar em dimensões de métodos e ferramentas. Na direção de encontrar uma implementação de sucesso, há alguns princípios e pré-requisitos que devem ser considerados.

A engenharia simultânea, como um conceito antes da integração, precisa atingir uma uniformidade em todos os níveis da companhia. Assim, é importante ligar a estratégia empresarial a ela. Decisões claras, considerando os objetivos e a sua

introdução são requeridas a nível gerencial. Estas decisões podem somente ser tomadas sensivelmente se o potencial de performance, oportunidades e riscos da engenharia simultânea são suficientemente conhecidos. A gerência tem que acreditar na visão proporcionada por ela e incorporá-la para ser exemplo de sua própria conduta. A iniciação de um projeto como uma forma de uma organização temporária é significativo para sua implementação.

A gerência deve expor o que é esperado. Sendo assim, ela tem duas alternativas. Se a direção não tem experiência com a engenharia simultânea e não tem experiência e conhecimento sobre as vantagens potenciais que a engenharia simultânea pode trazer. Se ela não tem uma idéia clara sobre a implicação na estratégia da empresa, um pequeno projeto piloto pode ser estabelecido. Este projeto deve ser apoiado por uma capacidade suficiente, orçamento e quadro de funcionários com alguma autoridade na tomada de decisões. Após ter completado este passo, os resultados apontarão potenciais existentes. Deste modo, o próximo passo é o estabelecimento de metas a serem cumpridas, como a redução do tempo de desenvolvimento em 30%.

A implementação da engenharia simultânea inclui mudanças para o sistema considerando verificações e balanços; dentro da empresa gerentes perdem seus poderes e influência e processos convencionais são mudados. Pessoas temem a nova situação. A tendência é a de perpetuar velhas e familiares estruturas. Diretores devem estar convencidos desta visão e devem tomar para si as responsabilidades na implementação.

A estratégia de implementação deve ser marcada pelo princípio 'primeiro organização, técnicas depois'. Processos e estruturas organizacionais devem ser mudadas primeiramente. Baseado nesta premissa, métodos apropriados e ferramentas podem ser introduzidos ou adaptados. As vezes, isto não é possível de ser seguido, pela infraestrutura existente que deve ser levada em consideração.

Orientação aos empregados é o último, mas não o menos importante para a implementação. Atualmente, o desenvolvimento de produtos é um processo complexo no qual seguir o gerenciamento clássico não é possível. Gerenciamento clássico assume que o processo é determinístico, mas isso não é verdadeiro.

O gerenciamento do processo de implementação é como um projeto baseado em um processo cíclico e iterativo. Este processo não pode ser planejado em detalhes avançados por causa da complexidade de sua intenção. Esta complexidade é um resultado de estreitas ligações correlacionadas de elementos procedurais, estruturais e metodológicos do processo de desenvolvimento de produtos. O avanço na implementação é marcado por uma fase de concepção curta, na qual se evita um elevado detalhamento, como a utilização de princípios, manuais e guias. A prática tem mostrado que isto é uma vantagem, trabalhar com uma base ferramental. Assim, a estrutura será sempre adaptada, avaliada e melhorada em direção de um processo específico, onde cada vez mais os colaboradores serão ativamente envolvidos no progresso da implementação.

Para alcançar o sucesso na implementação da engenharia simultânea, um procedimento específico é sugerido o qual contém as seguintes diretrizes:

- estabelecimento dos objetivos;
- trabalho com a visão da engenharia simultânea;
- criação de tópicos chave;
- coordenação destes tópicos e introdução de uma nova gerência e;
- avaliação do progresso.

A figura 4.10 ilustra estas diretrizes:

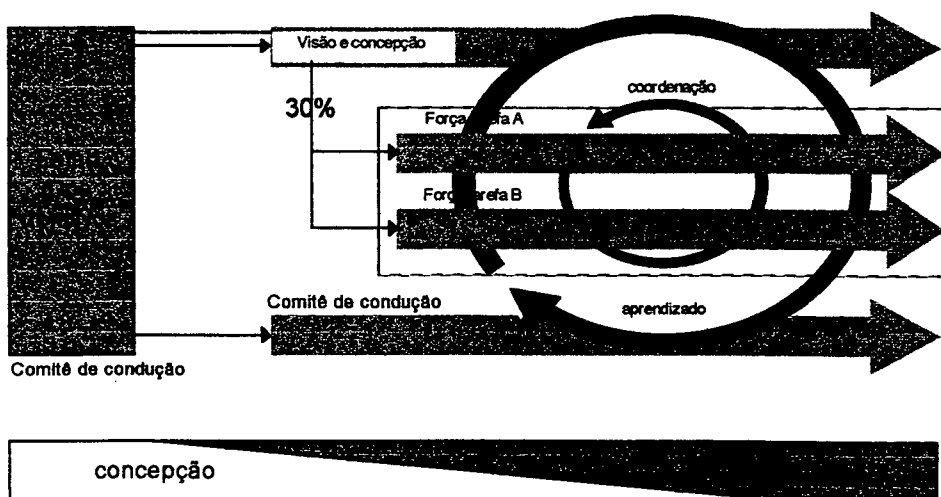


Figura 4.10 - O processo de implantação (Bullinger *et al*, 1996).

4.4) Considerações finais

Neste capítulo buscou-se descrever alguns aspectos relacionados à implantação da engenharia simultânea. A partir de problemas detectados por várias empresas do ramo, procurou-se identificar estratégias (como) adequadas para o ataque a esses fatores, ainda foram identificadas as áreas (onde) estas estratégias irão ser implementadas e a partir disto apresentou-se algumas técnicas, a infra-estrutura e as diretrizes para a efetivação de todas estas mudanças propostas pela engenharia simultânea. A partir deste estudo pode-se fazer algumas considerações:

- A organização do ambiente ^{estrutural} empresarial, é de extrema importância, portanto os aspectos de implementação citados, estratégias e áreas afetadas, devem ser priorizados;
- Para um sucesso maior, ou seja, para se atingir uma eficiência exigida atualmente, deve-se, também, apoiar o ambiente de desenvolvimento com as técnicas e ferramentas apresentadas e introduzir uma infra-estrutura necessária para que estas se tornem eficazes; e
- Um ponto importante abordado neste capítulo, o qual se deve prestar muita atenção, é o das diretrizes para a implementação do ambiente de engenharia simultânea, onde se enfatiza as dificuldades que podem ser encontradas e apresenta um procedimento de como se alcança o sucesso na implementação.

Sendo assim, pode-se concluir até aqui, que a engenharia simultânea indica caminhos a serem seguidos para a formação de um ambiente de desenvolvimento de excelência, isto é, que proporcione alta qualidade dos produtos gerados por este a um custo reduzido e no tempo adequado às pressões competitivas do mercado globalizado atual.

Estruturas para integração do processo

5.1) Introdução

A engenharia simultânea enfatiza a tentativa da condução simultânea ou em paralelo das atividades de projeto. No entanto, se reconhece que o que deve ser buscado não é a simples simultaneidade das atividades de projeto, mas sim a utilização eficiente dos recursos a fim de conduzir as atividades de projeto pelas razões certas, no tempo certo, para atingir as metas certas e gerar os resultados certos. Assim, a chave para se alcançar a engenharia simultânea é um gerenciamento efetivo do processo de projeto, a fim de integrá-lo.

Sendo assim, conforme já dito, a infra-estrutura para implantação da engenharia simultânea e integração do processo normalmente agrega três elementos principais: um ambiente organizacional bem estruturado, referente aos dados de produtos para o suporte ao desenvolvimento; uma estrutura de ferramentas, para o tratamento dos dados e integração do processo; tudo isso apoiado em um sistema informatizado.

Dentre as principais realizações abordando o aspecto de estruturação do desenvolvimento de produtos na definição de infra-estruturas para a integração e gerenciamento de projetos destacam-se:

- a proposta de uma infra-estrutura de trabalho (um conjunto de modelos) para a coordenação de projetos composto de onze modelos úteis ao estabelecimento, à monitoração e ao controle da atividade de projeto;
- o modelo PACE (Product and Cycle-Time Excellence), composto de sete elementos interrelacionados; e

- a infraestrutura proposta pelo CONSENS (Concurrent Simultaneous Engineering System), que consiste de três principais componentes: uma infra-estrutura de trabalho, um sistema de gerenciamento de informações e um arquivo de informações sobre produtos.

O presente capítulo objetiva apresentar os modelos desenvolvidos, inserindo-os no contexto mais amplo do gerenciamento de projetos.

5.2) A integração

Conforme já mencionado, a fim de otimizar o processo de projeto, suas atividades não devem necessariamente ser desempenhadas "simultaneamente". Devem sim ser estruturadas de modo a se alcançar uma performance ótima. Tal é o argumento do gerenciamento de projetos, sendo o mesmo definido como:

"um conceito de alto nível para o planejamento, o *scheduling*, a representação, a tomada de decisões e o controle do desenvolvimento de produtos com respeito a tempo, tarefas, utilização de recursos e aspectos de projeto (Duffy, 1995)."

Durante os 7 e 8 anos que se passaram, um grande número de programas baseados em computadores têm sido desenvolvidos, os quais são diretamente relevantes para o suporte ao gerenciamento. Estes programas têm primariamente focado a integração de projetistas, o modelamento de dados, ferramentas computacionais de apoio ao projeto, gerenciamento de inconsistências, suporte à decisão, planejamento e programação de tarefas de projeto, mas nenhum engajado sobre um completo entendimento da teoria de coordenação de projetos (Duffy, 1995). Embora estes programas provêm elementos importantes na evolução do gerenciamento e uma base para o seu desenvolvimento, eles somente endereçam um componente pequeno de questões chave. Assim, consideráveis

esforços ainda são requeridos para desenvolver a base de fundamentação científica e através do entendimento sobre o qual construir ferramentas para prover suporte efetivo ao desenvolvimento de produtos.

O gerenciamento de projetos vem sendo desenvolvido como tema subjacente ao suporte do processo de projeto, oferecendo uma ponte entre a integração empresarial e as atividades de projeto. Focaliza a efetiva utilização e integração de recursos de modo a se otimizar a atividade de projeto. Portanto, apropriadamente, algumas atividades serão conduzidas paralelamente, enquanto outras, seqüencialmente; algumas atividades serão realizadas em equipe, enquanto outras, individualmente; algumas serão integradas, enquanto outras não. Deste modo, o gerenciamento pode ser considerado um veículo para a realização da engenharia simultânea e a infra-estrutura, apresentada neste capítulo, o meio para se atingir isto.

5.3) O modelo de coordenação de projetos

A estrutura de coordenação de projetos, ilustrada na figura 5.1, representa a proposta conceitual do subgrupo de coordenação de projetos para um sistema de gerenciamento de desenvolvimento de produtos. Sem pretender ser completo ou exato, esta consiste de um conjunto de onze modelos (*frames*) representativos de aspectos do processo de desenvolvimento do produto que podem ser úteis ao estabelecimento, à monitoração e ao controle da atividade de projeto.

1. **Modelo de desenvolvimento de produtos** - este é um modelo da atividade de projeto que mapeia progressivamente o desenvolvimento, desde a identificação das necessidades para o produto até o seu lançamento no mercado.
2. **Modelo de decomposição** - este modelo representa uma estrutura de desdobramento do produto, definido pelos sub-sistemas funcionais e reflete de alguma maneira a estrutura da atividade de projeto, as tarefas e o seu progresso.

3. **Modelo de disciplinas e tecnologias** - cada produto requer uma composição particular de tecnologias e disciplinas de engenharia. Este modelo objetiva a representação das disciplinas e tecnologias requeridas no projeto de um produto específico e de seus sub-sistemas.

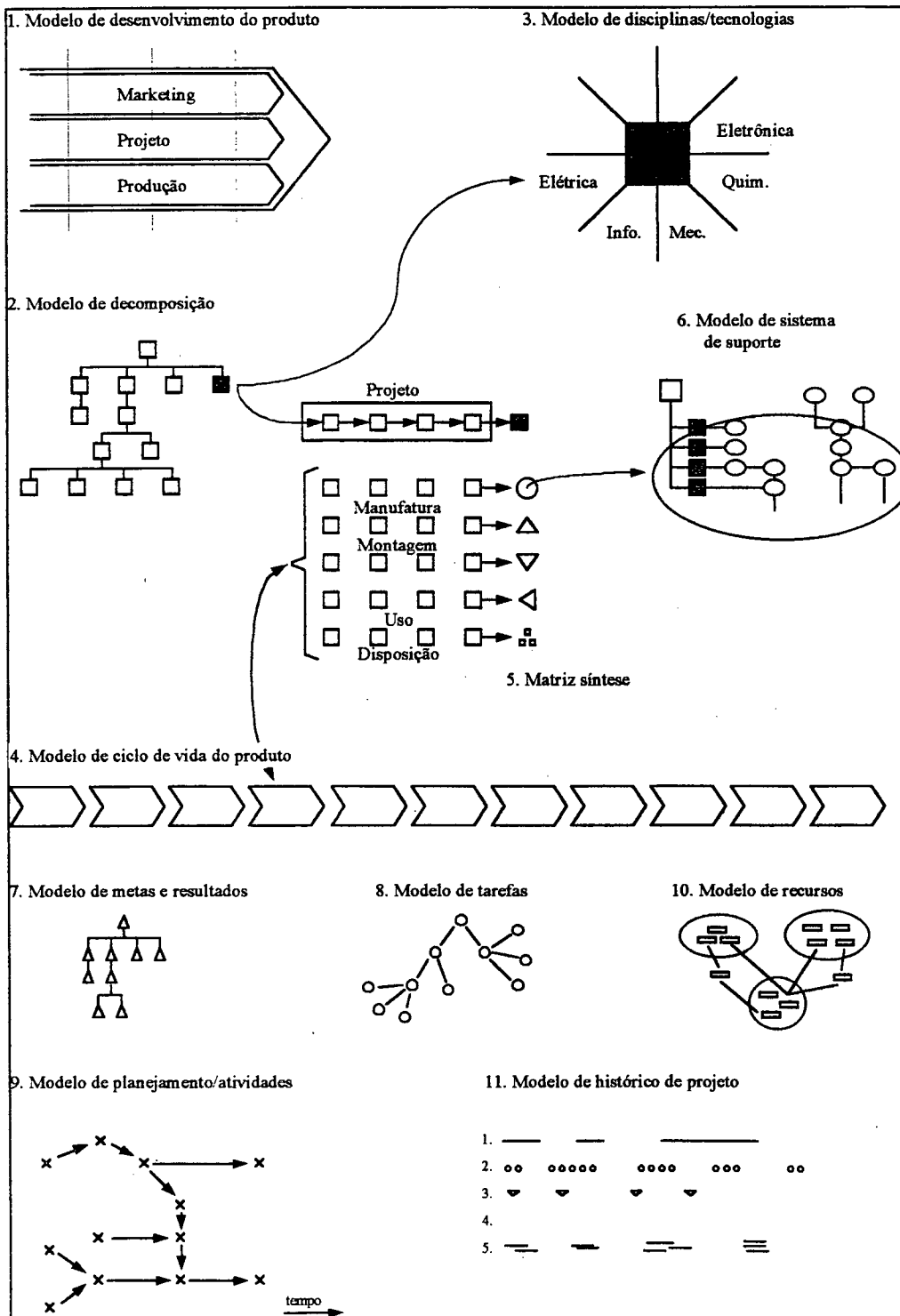


Figura 5.1 - Estrutura de coordenação de projetos. (Duffy, 1995).

4. **Modelo de ciclo de vida do produto** - este é um modelo proposto para representar a evolução do produto durante suas várias fases do ciclo de vida (uso, manutenção, descarte) e os problemas do ciclo de vida dentro do desenvolvimento do produto.
5. **Matriz síntese** - um produto e seus sub-sistemas / componentes evoluem de conceitos gerais a especificações completamente definidas dos mesmos. Nesta evolução, vários aspectos do ciclo de vida do produto devem ser levados em consideração e serão eles mesmos sintetizados para irem de encontro aos requisitos de desenvolvimento do produto. Uma matriz síntese modela um produto, seus sub-sistemas / componentes e o ciclo de vida do produto.
6. **Modelo de sistema de suporte** - este modelo representa os sistemas que estão envolvidos no final do ciclo vida do produto, isto é, a produção, vendas e sistemas de transporte durante a fase de lançamento; o sistema de serviço durante a fase de manutenção e o sistema de reciclagem durante a fase de descarte. A atividade de projeto usa ou altera estes diferentes modelos.
7. **Modelo de metas e resultados** - normalmente, a atividade de desenvolvimento de produtos é controlada por especificações de metas que são desdobradas em metas menores, mais facilmente gerenciáveis e autocontidas. Esta estrutura de metas é relacionada com a estrutura de decomposição e detalhada pelos requisitos de um produto.
8. **Modelo de tarefas** - o modelo de tarefa representa a lógica de desdobramento das tarefas a serem executadas. Estas representam a exposição sobre o que é requerido aos indivíduos, grupos ou organizações envolvidas com o projeto.
9. **Modelo de planejamento e atividades** - este modelo envolve a introdução da temporização do modelo de tarefas e explica quando estas serão feitas.
10. **Modelo de recursos** - em projeto, um recurso pode ser o conhecimento, habilidades, pessoas (indivíduos ou equipes) e ferramentas disponíveis

para a realização do desenvolvimento de um produto. Este modelo é apontado para o modelamento dos recursos apropriados a cada projeto ou tarefa de modo a dinamizar e controlar seus recursos.

11. **Modelo histórico de projetos** - este modelo representa o registro da atividade de desenvolvimento de produtos. Isto inclui itens como as tomadas de decisões, as alternativas de concepções, as estratégias adotadas, os planos, etc. Isto é usado para aumentar a efetividade da coordenação de projetos.

A estrutura de trabalho foi elaborada com base no entendimento e na experiência de membros do subgrupo CIMDEV (*computer integrated manufacture devices*) de coordenação de projetos, em trabalho de pesquisa prévio e em discussões com a indústria. Assim a estrutura ilustra a "solução" do subgrupo em termos de meios para alcançar o desenvolvimento coordenado de produtos.

A coordenação de projetos também é vista como um meio adequado para a otimização da performance e da produtividade no desenvolvimento de produtos, assegurando assim o aumento do nível de competitividade da empresa no mercado. Para tal, a estrutura de coordenação de projetos provê suporte aos seguintes principais aspectos do processo de desenvolvimento de produtos: engenharia simultânea, suporte à decisão, gerenciamento do projeto, gerenciamento do produto e engenharia de equipe (Duffy, 1995).

Desta forma, suportando alguns principais aspectos do processo de desenvolvimento de produtos, acredita-se que a estrutura de coordenação de projeto também proporcione meios adequados para o aumento do nível de competitividade da empresa no mercado.

5.4) O modelo PACE

O PACE (*product and cycle-time excellence*), ilustrado pela figura 5.2 e descrito em McGrath (1992), é mais que um processo, é também uma filosofia para

o alcance da excelência e o sucesso dos novos produtos, diminuindo os custos, o tempo e aumentando a qualidade destes. Ele faz com que o desenvolvimento de produtos seja um processo integrado, na qual atividades individuais, técnicas e ferramentas trabalham juntas dentro de uma plataforma integral. Sua arquitetura pode ser vista como tendo sete elementos interrelacionados, como pode ser visto na figura 5.2.

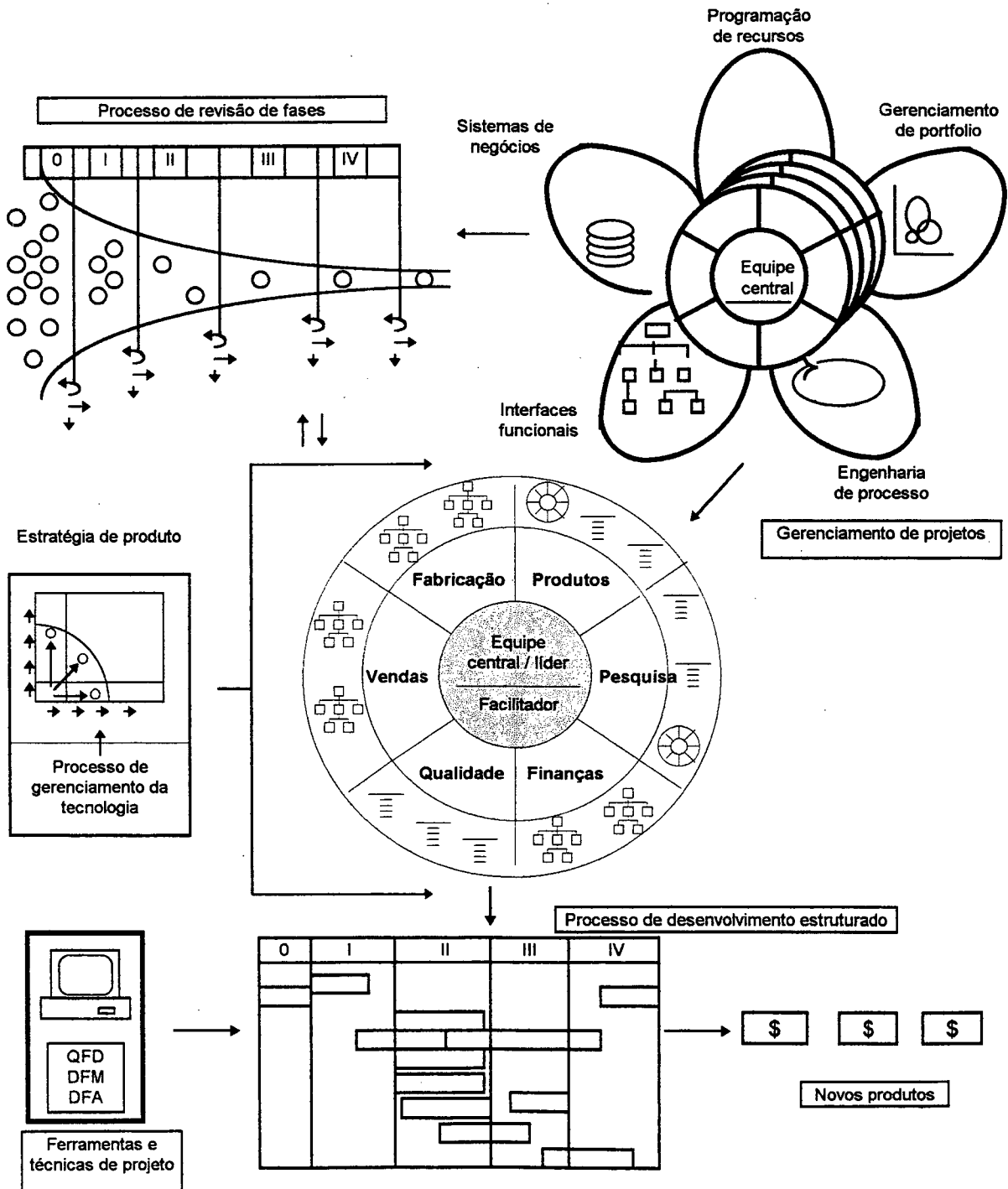


Figura 5.2 - O modelo PACE (McGrath, 1992).

Os primeiros três elementos (o processo de revisão de fases, a equipe central e o desenvolvimento estruturado) formam a base de sustentação do PACE.

Estes elementos são requeridos para cada projeto de desenvolvimento de produtos. Os quatro elementos seguintes (a estratégia de produto, gerenciamento da tecnologia, técnicas de projeto e ferramentas automatizadas e gerenciamento do projeto) proporcionam a infra-estrutura necessária para o projeto e desenvolvimento de produtos, ou seja estes elementos facilitam o sucesso da atividade de desenvolvimento.

Estes elementos, necessariamente, têm que estar integrados, pois são independentes uns dos outros. As equipes, por exemplo, somente podem se tornar efetivas se possuírem o poder de tomadas de decisão, pois sem esta autoridade e responsabilidade, podem se tornar confusas e ineficientes. Estas equipes são fundamentais para a implementação da integração que o desenvolvimento de produtos requer.

Muitas empresas têm feito razoáveis melhorias nesse ou naquele aspecto e seu processo de desenvolvimento de produtos não obteve o resultado esperado e as empresas têm ficado desapontadas neste sentido, já que este resultado não se obtém a um curto prazo, mas esta dramática mudança depende de uma implantação contínua de vários conceitos que vai-se apresentar ao longo do trabalho.

O processo de revisão de fases do processo

O desenvolvimento de produtos é guiado pelo processo de tomada de decisão, o qual determina quais produtos desenvolver, e através deste processo o gerente senior exerce seu papel de líder, direcionando o desenvolvimento.

Tomadas de decisão tardias desperdiçam preciosos recursos e a indecisão causa instabilidades. Sendo assim, estas decisões devem ser tomadas no seu tempo adequado que pode ser deliberado em qualquer fase do projeto ou/e serem marcadas com antecedência, dependendo da metodologia adotada.

Este processo é o elemento dentro do PACE que capacita efetivas decisões do desenvolvimento e dirige o resto do processo. Estas decisões são tomadas por um comitê de aprovação de produtos com autoridade e responsabilidade sobre o projeto.

Organização por equipes de projeto

Este tipo de organização é um dos mais importantes e essenciais elementos do processo de desenvolvimento de produtos. Uma equipe efetiva melhora amplamente a comunicação, coordenação e a tomada de decisão. Esta equipe é chamada de equipe central (Mc Grath, 1992), sendo uma pequeno time multi-funcional que possui uma dedicação, autoridade e responsabilidades específicas para desenvolver determinado produto, onde estas são divididas entre os membros, tornando-os cúmplices pelas atividades desenvolvidas. Por sua vez, cada equipe desta possui, ainda, um líder.

A estrutura da atividade de desenvolvimento

Esta estrutura define o que é realizado, qual a sequência das atividades, suas interdependências e a terminologia adequada. No processo PACE, a equipe desenvolve um produto utilizando esta estruturação. Um processo estruturado assegura um processo consistente, evitando-se, assim, a necessidade de se inventar, a cada novo desenvolvimento de um produto, um novo processo. Um processo estruturado comum também capacita o uso de princípios gerais de projeto durante todo o ciclo de desenvolvimento e proporciona um contínuo melhoramento.

Estratégia de produto

Esta estratégia é o ponto de começo para o desenvolvimento de novos produtos. Ela define o tipo de produto que uma empresa quer desenvolver, como

diferenciar seus produtos dos competidores, como introduzir novas tecnologias em seus produtos e as prioridades de desenvolvimento desses novos produtos.

Dentro do PACE, a estratégia de produtos proporciona a estrutura usada pelo PAC (comitê de aprovação de produto) para a tomada de decisões e definição de prioridades no processo de revisão de fases, e estabelece princípios para as equipes centrais na definição dos produtos. Esta estratégia inclui em seu propósito, a definição das oportunidades de expansão das linhas atuais de produtos e a inovação, com uma linha de produtos novos.

Gerenciamento da tecnologia

Esta atividade é parte do processo de desenvolvimento de produtos de uma forma integral, mas precisa ser implementada de forma diferenciada. A função desta atividade é identificar oportunidades para a aplicação das novas tecnologias, determinar as tecnologias centrais e críticas para algum novo produto e iniciar um projeto de desenvolvimento de tecnologias para beneficiar a empresa em seus múltiplos produtos.

Este elemento dentro do PACE foca o interrelacionamento do desenvolvimento com a tecnologia. Ele esclarece as diferenças entre desenvolvimento de produtos e pesquisa e define as interfaces entre as duas.

Técnicas de projeto e ferramentas de desenvolvimento automatizadas

Técnicas de projeto tais como o QFD, DFA e DFM podem aumentar o sucesso de um produto e melhorar sua eficiência em termos operacionais. Entretanto, nenhuma dessas técnicas, sozinhas, podem resolver todas as questões pertinentes ao desenvolvimento de produtos.

Durante os anos passados, cerca de 5 a 10, o número de ferramentas de projeto automatizadas têm sido desenvolvidas para representar apoio significativo ao processo de desenvolvimento. Estas incluem CAD, CASE, ferramentas de simulação e outras para o planejamento, programação e tomadas de decisão.

Novamente, nenhuma delas proporciona, separadamente, uma completa solução. Elas podem ajudar a tornar o processo mais produtivo, mas requerem um processo estruturado para se efetivarem.

Gerenciamento de projetos

Finalmente, a necessidade por um melhor gerenciamento de certos fatores, tais como as políticas adotadas, durante todo o desenvolvimento de produtos, torna mais transparente o processo pelo qual foram eliminadas as deficiências do desenvolvimento. Assim os conflitos gerados durante o projeto são mais facilmente vistos, tornando mais eficazes as decisões tomadas no processo, gerando um contínuo melhoramento.

O PACE inclui neste elemento as atividades de programação de recursos, interfaces de sistemas, pasta gerencial, processo de desenvolvimento de produtos e as interfaces dentro das organizações funcionais.

5.5) O modelo CONSENS

Para Bullinger (1996), não somente os processos e as estruturas de um novo ambiente conforme com a atividade de desenvolvimento de produtos são importantes, eles também necessitam ser suportados por uma conveniente infraestrutura de tecnologia de informação partindo dos novos requisitos. Esta nova infra-estrutura deve também ajudar os usuários a encontrar, através do caminho recentemente criado, um ambiente orientado ao processo.

O objetivo do projeto CONSENS (*concurrent simultaneous engineering system*), foi de desenvolver uma plataforma de *software* com programas de várias aplicações facilmente integradas. Esta integração de diferentes ferramentas em uma plataforma assegura um incremento de eficiência em pesquisa e desenvolvimento, construção, planejamento de produção e de atividades direcionadas aos colaboradores e consumidores. A plataforma de integração capacita a otimização da

estrutura organizacional e do planejamento e condução do processo de desenvolvimento de produtos com respeito a tempo, custo e qualidade.

CONSENS inclui, entretanto, três principais elementos: um ambiente organizacional, a plataforma CONSENS e ferramentas CONSENS. O conceito básico do CONSENS é dado pelas estratégias PPI (paralelização, padronização e integração) para o processo de desenvolvimento e pelas áreas afetadas por elas, discutidas no capítulo III.

Ambiente organizacional

Este é um elemento específico do CONSENS que se preocupa com as características organizacionais dando gerais descrições sobre o gerenciamento de projetos e da formação de equipes multidisciplinares.

A plataforma CONSENS

Esta deverá ser embutida dentro da organização empresarial. Esta nova plataforma, entretanto, não somente se concentra na base de funcionalidade, exportação e transferência de dados / informações de uma empresa, pelo contrário, a necessidade de uma plataforma de integração é imprescindível para o fortalecimento das novas abordagens.

Esta plataforma deve suportar o ambiente simultâneo de um modo conveniente e prático. Para alcançar esta meta, numerosas ferramentas e métodos diversificados são necessários. Os requisitos consideram o processo de desenvolvimento de produtos inteiro em uma empresa e todas as necessidades da engenharia simultânea. A paralelização, padronização e integração são estratégias chave para um processo orientado à engenharia simultânea. Esta plataforma consiste de três principais componentes:

- **uma estrutura**, para modelamento, suporte, controle e integração de processos e equipes para produzir, dentro desses processos e passos, todos os dados necessários para o produto;
- **um sistema de gerenciamento de informações**, para gerenciar, mudar, distribuir e guardar dados relacionados com o produto e

- **um arquivo de informação de produtos**, para armazenar e dar acesso aos dados de produtos comuns.

Ferramentas CONSENS

Um grande número de métodos de projeto altamente especializados têm que ser desenvolvidos para suprir as necessidades tecnológicas de tarefas de desenvolvimento complexas, tais como: análise de manufaturabilidade, montagens, estimação de custos, entre outros. Estas deverão ser integradas dentro de um plataforma proporcionando uma variedade de serviços ao engenheiro.

5.6) Considerações finais

Neste capítulo foram apresentados os modelos de estruturas para se efetivar o planejamento, a organização, a coordenação e o controle da atividade de desenvolver produtos. Tais infra-estruturas, desenvolvidas para o suporte do processo de projeto, oferecem uma plataforma para a integração empresarial, focalizando a efetiva utilização dos recursos de modo a otimizar a atividade de projeto.

Até aqui, apresentou-se somente os conceitos envolvidos em cada um dos modelos propostos por vários autores e, mais adiante, especificamente no capítulo VI se faz uma descrição mais detalhada de como estes modelos estão inseridos dentro do desenvolvimento de produtos e de seu gerenciamento, isto é, das interrelações entre estes e de como estão ligados ao contexto da engenharia simultânea, tomadas de decisão, gerenciamento de projeto e produtos e engenharia de equipe.

Convém, ainda, fazer-se alguns comentários sobre as redundâncias e diferenças apresentadas por estes modelos de infra-estruturas em relação uns aos outros:

- o modelo CONSENS é caracterizado por três principais elementos, fornecendo, deste modo, uma proposta de como separar por funções características as várias estruturas de que este e os outros modelos propõem;
- o modelo de coordenação de projetos apresenta-se mais detalhado, indicando as interrelações entre os modelos (*frames*) e os principais aspectos do processo de desenvolvimento, isto é, engenharia simultânea, gerenciamento do projeto, gerenciamento do produto e engenharia de equipe e;
- o modelo PACE agrega outros elementos a este ambiente: as ferramentas e técnicas de projeto, também abordado pelo CONSENS e dá uma importância maior para a engenharia de equipe.

Portanto, todos possuem, basicamente, o mesmo modo de estruturar o ambiente de desenvolvimento de produtos.

Sistemática gerencial para o desenvolvimento de produtos

6.1) Introdução

Nos capítulos anteriores, mostrou-se as necessidades e os conhecimentos para a formação de um processo de excelência para o desenvolvimento de novos produtos. Foram apresentadas metodologias de projeto, o ambiente de engenharia simultânea, alguns tipos de estruturas para integração e os aspectos de gerência. A figura 6.1 apresenta de forma esquemática o relacionamento entre estes assuntos, configurando-se um sistema gerencial baseado no melhoramento contínuo do processo.

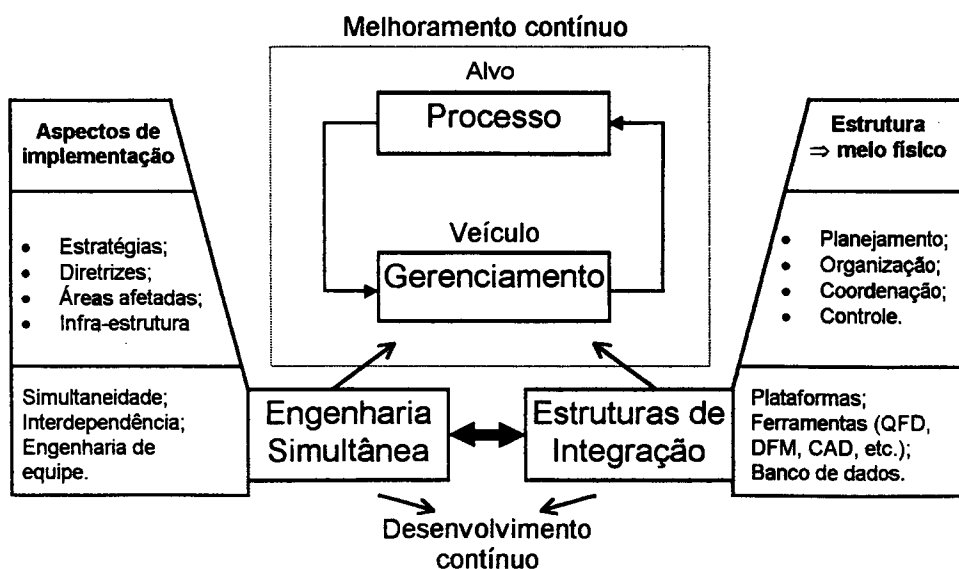


Figura 6.1 - Sistema gerencial.

Projetos são compostos de processos. Um processo é “uma série de ações que levam a um resultado”. Além disso, estes são executados por pessoas e, geralmente, se situam em uma das duas principais categorias:

- *Processos de gerenciamento de projeto* referem-se à descrição e a organização do trabalho do projeto. Os processos de gerenciamento de projetos são aplicáveis à maioria dos projetos, na maior parte do tempo; e
- *Processos orientados ao produto* tratam da especificação e a criação do produto do projeto. Processos orientados ao produto são tipicamente definidos pelo ciclo de vida do projeto e variam por área de aplicação.

Estes dois processos se sobrepõem e interagem através do processo de desenvolvimento de produtos.

O desejo de sobrevivência de uma empresa é expresso pela sua determinação no desenvolvimento de novos produtos. Como o desenvolvimento de um projeto pode levar vários anos para produzir frutos, é vital que os objetivos, políticas e estratégias da empresa estejam incorporadas aos projetos.

Neste sentido, o início de um negócio, envolvendo o desenvolvimento de um novo produto, deve começar no planejamento estratégico da empresa, isto é, com a definição das diretrizes principais desta para o setor de produtos, seguido do planejamento tático, que visa o esclarecimento da tarefa a ser executada. Somente a partir deste ponto, pode-se dar prosseguimento às técnicas de gerência (planejamento, organização, coordenação e controle).

Assim, a principal tarefa do gerenciamento é dinamizar o ciclo objetivos-desenvolvimento-negócio, através das funções da administração, apresentadas no capítulo III, e das metodologias de projeto, que podem ser consideradas variantes do “modelo consensual” para o processo de desenvolvimento de produtos, citado no capítulo II.

É importante salientar a importância dos conceitos apresentados no capítulo IV, os quais irão influenciar no modo como o gerenciamento é conduzido. As

estratégias, como a paralelização, a padronização e a integração, bem como as áreas nas quais estas irão ser implementadas, são recomendações que devem ser seguidas durante todo o desenvolvimento. Além disso, são apresentadas algumas técnicas e ferramentas que podem ser empregadas, bem como, a infra-estrutura necessária e algumas diretrizes para a efetivação do processo num ambiente de engenharia simultânea.

Outro assunto de destaque apresentado no trabalho são as estruturas para a integração, abordadas no capítulo V, onde se faz uma revisão bibliográfica das tendências de implementação de estruturas de integração do ambiente de desenvolvimento de produtos. Para isso, um ambiente organizacional bem estruturado é ponte entre a integração empresarial e a coordenação das atividades de projeto.

Os benefícios de um sistema gerencial em um ambiente de engenharia simultânea podem ser vistos com relação a otimização do processo de projeto através da diminuição do tempo de desenvolvimento, o aumento da qualidade dos produtos e na redução dos custos.

Chega-se, portanto, a conclusão de que a proposta de uma sistemática gerencial para o desenvolvimento de produtos deve ser flexível e dinâmica para suportar as novas e emergentes tecnologias.

6.2) Aspectos sobre liderança e organização

6.2.1) Liderança

Líderes de sucesso sabem claramente o que fazer. O papel de um gerente sênior no desenvolvimento de produtos pode ser traduzido por algumas ações, tais como:

1. *Estabelecer uma visão*: Definir a estratégia de produtos é um papel importante para os gerentes seniores, não devendo ser deixada esta tarefa para os *designers* ou projetistas.
2. *Tomada de decisões*: Atualmente é perdida uma quantidade de recursos muito grande pelo atraso na tomada de decisões. A razão do pobre processo de decisões não é a incompetência. Geralmente, isto acontece pela falta de um efetivo processo que capacite o gerente a realizar seu trabalho.
3. *Cultivar o processo de desenvolvimento de produtos*: Um processo, para o melhoramento contínuo da qualidade do desenvolvimento de produtos, pode ser uma fonte de vantagem competitiva, permitindo às equipes de engenharia aumentar o grau de afinidade com o ambiente de desenvolvimento.
4. *Motivar*: Motivação não é um problema de técnica. Técnicas motivacionais específicas dependem tanto de um estilo gerencial como da cultura empresarial. O gerente sênior deve reconhecer que fomentar a motivação é parte de seu trabalho.
5. *Definir a equipe de desenvolvimento*: Para fazer esta tarefa corretamente o gerente sênior deve primeiro entender quais habilidades terão que se complementar. Quando isto é entendido, pode-se iniciar a formação da equipe de desenvolvimento.

6.2.2) O comitê de aprovação de produtos

No processo de desenvolvimento de produtos, o envolvimento do gerente sênior deve ser canalizado através de um grupo de aprovação de produtos formalmente organizado. Tipicamente é referenciado como Comitê de Aprovação de Produtos (CAP), embora diferentes designações, tais como Conselho de Administração de Produtos e Grupo Executivo de Novos Produtos, podem ser usados.

O CAP é designado pela empresa a aprovar e priorizar investimentos em desenvolvimento de novos produtos. Especificamente, este comitê tem a autoridade e responsabilidade de:

- Iniciar o projeto para desenvolvimento de novos produtos;
- Cancelar e repriorizar projetos;
- Assegurar que novos produtos estão sendo desenvolvidos de acordo com a estratégia da empresa; e
- Alocar recursos para o desenvolvimento.

Sendo o CAP um grupo com a responsabilidade de tomada de decisões, deve ser pequeno. Quatro ou cinco executivos é um tamanho apropriado. Tipicamente este grupo inclui: gerentes: geral, engenharia, marketing e financeiro. Outros executivos seniores podem acompanhar a revisão de fases, mas não manter uma responsabilidade direta no desenvolvimento de novos produtos.

6.2.3) A equipe central de desenvolvimento

Novos produtos são desenvolvidos através de esforços coordenados de muitas pessoas. Estas aplicam diferentes habilidades e trabalham em conjunto em várias tarefas, as quais, quando completadas, resultam em um novo produto. Para isso, elas precisam coordenar suas atividades, comunicar o que fazem, e coletivamente tomar decisões. Uma equipe de projeto efetiva é a chave para que isso ocorra.

Enquanto uma equipe central, geralmente, consiste de cinco a oito componentes com diferentes habilidades e um líder, na clássica organização hierárquica isso não ocorre. Na equipe central, todas as responsabilidades no desenvolvimento de produtos são divididas entre os membros da equipe e suas responsabilidades são geralmente associadas com suas habilidades.

Reconhecendo a necessidade da mudança de uma hierarquia vertical e de uma rigorosa representação funcional para a estrutura de equipe, esta tem que ser representada por um círculo contínuo, implicando na igualdade entre seus membros.

Uma organização por equipe central consiste de quatro principais elementos: um líder, uma equipe central, equipes de projeto e um facilitador. Esta é representada pela figura 6.2.

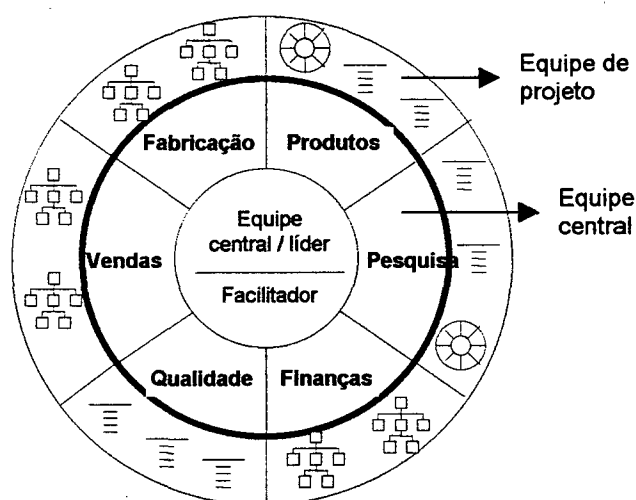


Figura 6.2 – Estrutura da equipe central de desenvolvimento de produtos.

O líder

Este membro tem a responsabilidade de assegurar que o produto encontre suas metas de qualidade, tempo de desenvolvimento e custo, bem como o cumprimento do orçamento e a alocação de recursos. Ele trabalha no sentido de resolver conflitos entre os membros da equipe central.

Os membros da equipe central

A construção específica desta equipe está relacionada com o produto a ser desenvolvido, sua complexidade e seu mercado. Para projetos pequenos e simples,

a equipe pode consistir de quatro ou cinco pessoas. Em contraste, projetos muito complexos com centenas de pessoas envolvidas, a equipe central pode se constituir de um número maior de componentes. Em qualquer caso, deve incluir pessoas ligadas à engenharia, a fabricação e a vendas (marketing).

A equipe de projeto

O próximo quadro da estrutura de equipe de desenvolvimento é a equipe de projeto. Seus componentes devem contribuir com funções de uma porção do projeto gerenciado por um membro específico da equipe central, este pode ser ligado a seu departamento ou seção da empresa. Eles participam especificamente do projeto quando são necessários, dependendo do escopo e da intensidade do trabalho. É de responsabilidade do membro da equipe central negociar com vários gerentes funcionais o tempo necessário requerido para a atividade.

O facilitador

Ele é encarregado da ajuda ao líder e à equipe central à respeito do processo de desenvolvimento. Deve ter o foco no melhoramento do processo, em vez do projeto.

O facilitador ajuda a equipe central a utilizar o processo de desenvolvimento e a alcançar seu máximo possível. Estes podem ser engenheiros de processos que entendem como as coisas são feitas. Eles freqüentemente assistem o líder no planejamento e na coordenação das atividades de projeto.

Adicionalmente, são responsáveis pela medição das variáveis do processo de desenvolvimento, planejam melhorias e implementam novas ferramentas. Sua responsabilidade é de ser o gerente do processo de desenvolvimento e assistir na implementação de todos os projetos.

A figura 6.3 ilustra o relacionamento entre os principais grupos da equipe central de desenvolvimento de produtos.

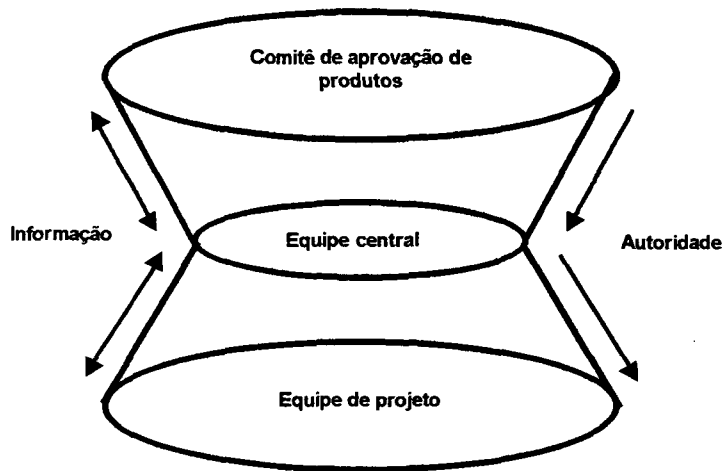


Figura 6.3 – A equipe central e seu fluxo de informação.

6.3) Sistemática gerencial para o ambiente de engenharia simultânea

O processo de gerenciamento de projetos pode ser organizado dentro de cinco grupos de um ou mais passos e tarefas cada:

- Iniciação – reconhecimento que o projeto ou fase deve começar e o comprometimento em fazer isso (passos 1 e 2);
- Planejamento – idealização e manutenção de um esquema trabalhável para efetuação da necessidade do negócio que o projeto foi encarregado (comprometido) (passos 3 e 4);
- Execução – coordenação de pessoas e outros recursos para realizar o plano (passos 3 e 4);
- Controle – assegurar que os objetivos do projeto estão sendo alcançados através do monitoramento e mensuração do progresso e da tomada da ação corretiva quando necessário (passo 5); e
- Finalização – formalização da aceitação do projeto ou fase (passo 6).

De acordo com Duncan (1996), o desenvolvimento de um produto é composto por dois processos: o de gerenciamento de projeto e o orientado ao produto. Estes refletem as estruturas de engenharia simultânea e de integração, representadas na figura 6.1.

Estes processos se interagem e podem envolver esforços de um ou mais indivíduos ou grupos, baseado nas necessidades do projeto. Cada processo geralmente ocorre pelo menos uma vez em cada fase do projeto. Embora estes estejam representados aqui como elementos discretos com interfaces bem definidas, na prática eles podem penetrar e interagir de modos não detalhados aqui.

Passo 1: Planejamento estratégico para a área de produtos

Pode-se considerar o exercício sistemático do planejamento como uma maneira de se minimizar a incerteza do processo decisório e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de se alcançar os **objetivos, metas e desafios** estabelecidos pela empresa para os seus níveis **estratégico, tático e operacional**.

O início de um negócio envolvendo o desenvolvimento de um novo produto deve começar com o planejamento estratégico da empresa, isto é, com a definição de suas diretrizes principais. De forma geral, pode-se relacionar os planejamentos estratégico, tático e operacional respectivamente, com os horizontes de longo, médio e curto prazo.

De acordo com Ulrich (1995), este planejamento estratégico envolvendo o desenvolvimento de produtos depende de vários fatores, tais como, os apresentados na tabela 6.1 que mostra, de maneira sucinta, algumas visões estratégicas, envolvendo um começo genérico para o processo de desenvolvimento de um produto.

Tabela 6.1 - Visões estratégicas envolvendo o desenvolvimento de um produto [10].

	Genérico (mercado puxa)	Tecnologia empurra	Plataforma de produtos	Reprojetos	Individualizados
Descrição	A empresa começa por uma oportunidade de mercado e então procura uma tecnologia apropriada.	A empresa começa com uma tecnologia nova e encontra um apropriado mercado.	A empresa assume que o novo produto será construído com base nos mesmos subsistemas tecnológicos como um produto existente.	Características do produto são altamente restritas pelo processo de produção.	Novos produtos são ligeiramente diferentes das configurações existentes.
Distinções		Atividade inicial adicionada do desafio tecnologia e mercado.	O desenvolvimento do conceito segue uma plataforma de tecnologia.	Ambos, processo e produto devem ser desenvolvidos juntos desde o começo, ou de um processo de produção existente	Similaridade entre os projetos permite um ambiente altamente estruturado de desenvolvimento.
Exemplos	Móveis, ferramentas e esporte.	Produtos de alta tecnologia.	Computadores impressoras e produtos eletrônicos.	Cereais, comidas, química e semi-condutores	Relógios, motores, baterias.

O gráfico da figura 6.4 ilustra o lançamento de 3 produtos de um mesmo segmento de mercado, que podem ter como motivo de seus desenvolvimentos, os citados na tabela 6.1. Pode-se ver no gráfico que um produto de sucesso, representado pela curva do projeto 1, possui 5 fases: quando há seu lançamento, emergente; logo após, um rápido crescimento; seguindo o produto atinge uma fase de maturidade de vendas; saturando o mercado logo após, entrando em um declínio de vendas. Para que uma empresa não perca em faturamento com o declínio de vendas de um produto, ela tem que, necessariamente, ter um ou mais produtos que substituam um anterior. Assim, com dados de vendas, tendências de mercado, novos produtos, entre outros, o CAP tem condições de formular um planejamento estratégico para a área de produtos e, então, tomar decisões sobre novos desenvolvimentos.

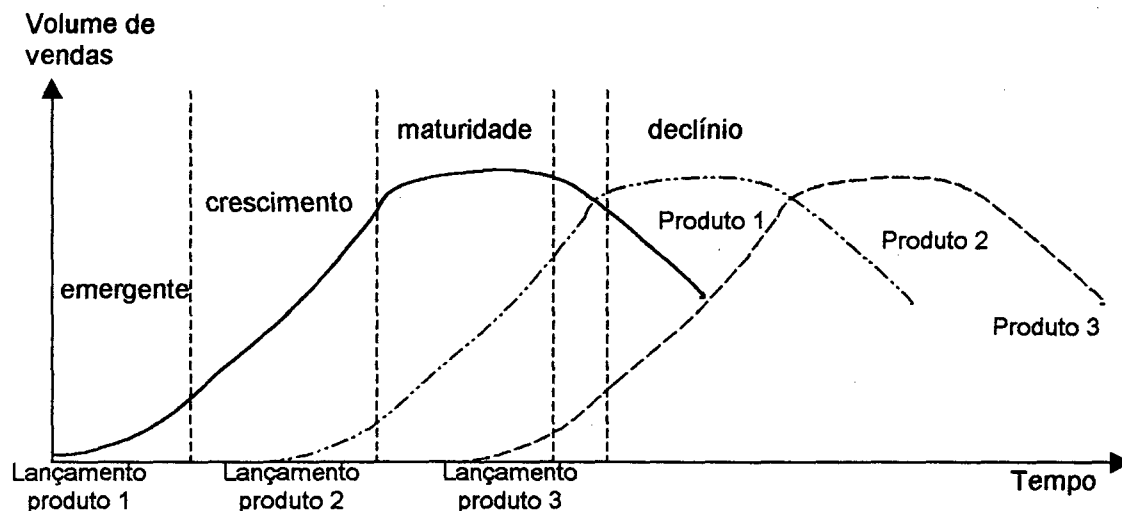


Figura 6.4 – Gráfico ilustrando a interligação entre volume de vendas, tempo e lançamento de produtos (análise de maturidade de produtos).

Com isto, se obtém várias informações preliminares a respeito dos novos desenvolvimentos, ou seja, objetivos e metas a serem alcançados, tais como: a indicação do tempo de desenvolvimento, isto é, a data que se quer lançar o produto no mercado; a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias ou processos; ou ainda, uma provável diversificação de produtos.

Tabela 6.2 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 1.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Documentação de outros projetos – dados sobre planejamentos de desenvolvimentos de produtos anteriores; • Novas tecnologias – existentes no mercado e desenvolvidas pela empresa; • Dados sobre vendas de produtos; • Dados sobre novos produtos no mercado; • Dados sobre tendências de mercado; e • Dados sobre recursos financeiros e econômicos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Benchmarking – envolve a comparação de práticas de projeto atuais ou planejadas com outros projetos de modo a gerar idéias para seu melhoramento e promover um padrão no qual a performance pode ser medida; • Habilidades de gerenciamento gerais; e • Análise de maturidade de produtos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação do nicho de mercado para a empresa; • Necessidades de obtenção de novas tecnologias e recursos; • Programas de treinamentos; e • Prazos para o projetos – datas prováveis para o lançamentos de novos produtos.

Passo 2: Esclarecimento da tarefa ou escopo do projeto (definição de metas e resultados)

Após o planejamento estratégico vem o tático onde são definidas metas concretas e específicas, tais como: resultados a serem alcançados, isto é, qual o tipo de produto a ser desenvolvido; o tempo para a conclusão do desenvolvimento; quais as necessidades dos clientes; os requisitos de engenharia para alcançá-los e recursos a serem utilizados e disponíveis, etc.

Tabela 6.2 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 2.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do produto – as características do produto que o projeto irá criar. Geralmente, essa descrição é pouco detalhada no início do projeto, sendo estas progressivamente elaboradas; • Necessidades de clientes; e • Informações históricas – são dados de projetos anteriores que possam auxiliar o projeto. Quando envolve a aprovação de uma fase do projeto, essas informações são os resultados alcançados por esta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análises de produtos – envolve o melhor entendimento do produto do projeto. Inclui técnicas como análise de valor, análise funcional e desdobramento da função qualidade (QFD); • Análises custo/benefício; • Identificação de alternativas – uso de técnicas como brainstorming; e • Julgamento competente – é frequentemente requerido para acrescentar dados ao projeto. Um grupo ou indivíduo com conhecimento especializado pode ajudar no desenvolvimento do produto, estes podem ser: outros setores da empresa e consultores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carta do projeto – é um documento que formalmente reconhece a existência do projeto. Pode incluir: o propósito do negócio, os estudos de viabilidade, a descrição do produto, justificativas, objetivos a serem alcançados, resultados, etc; • Identificação e designação do líder e da equipe central de projeto – para a realização deste passo, a identificação e a designação destes é necessária; • Restrições – são fatores que limitam as opções da equipe central. Um contrato com um cliente, geralmente, impõe restrições; e • Suposições – são fatores que no planejamento podem ser consideradas verdadeiras, reais ou certas. Geralmente envolvem um certo grau de risco.

Deste modo, o esclarecimento da tarefa se confunde com o planejamento tático, pois as informações estratégicas que dão entrada nesta etapa são transformadas e desdobradas em várias outras a níveis departamentais cujos objetivos irão nortear todo o processo de desenvolvimento de produtos.

Algumas das tarefas deste passo são:

- Definição do líder e da equipe central de desenvolvimento;
- obter dados dos consumidores e interpretá-los em termos de necessidades;
- organizá-los de modo hierárquico através do estabelecimento de pesos relativos;
- transformar estas informações em requisitos de engenharia;
- coletar informações adicionais através de técnicas e ferramentas adequadas;
- classificar os requisitos de engenharia em ordem de importância de acordo com as necessidades dos clientes e;
- definir valores aceitáveis para as grandezas relativos aos requisitos de engenharia.

Estas informações primárias, mas extremamente importantes, constituem uma importante fonte de dados para as tomadas de decisão, que irão definir a continuação do trabalho ou sua rejeição a cada fase, pois estabelecem, de modo objetivo, o que se deve alcançar para se obter um produto de sucesso no mercado.

Passo 3: Planejamento operacional de cada etapa (detalhamento)

Para Mintzberg (1987), a formalização do planejamento significa principalmente decompor, articular e racionalizar processos pelos quais as decisões são tomadas e integradas à organização. O planejamento formal se caracteriza pela decomposição natural resultante da análise: redução de processos ou estados às suas partes componentes. Cumprida esta etapa, segue-se a articulação. O produto do planejamento, os planos, após serem cuidadosamente decompostos em

estratégias, subestratégias, programas, orçamentos e objetivos, devem ser reagrupados para serem capazes de oferecer à organização um sistema integrado de decisões, e conseqüentemente, resultados articulados.

Como ilustra a figura 6.5, o nível de estruturação do processo de desenvolvimento de produtos deve estar no ideal. Em empresas desestruturadas, o nível de atividade no desenvolvimento é totalmente frenético. Todos estão sempre ocupados e ninguém tem tempo para desenvolver o produto de uma maneira integral. Tipicamente, nestas empresas, pouco é escrito e documentado, não havendo possibilidades para um acompanhamento efetivo e uma análise a posteriori do que pode ser melhorado. Em contraste, empresas muito estruturadas, tudo é documentado e o processo tem que ser seguido de acordo com os regulamentos, geralmente impostos, causando lentidão e produtos não criativos. O nível correto é balanceado conforme as necessidades de repetibilidade, processos com características mensuráveis, flexibilidade e sempre abertos a novas idéias, proporcionando um melhoramento contínuo.

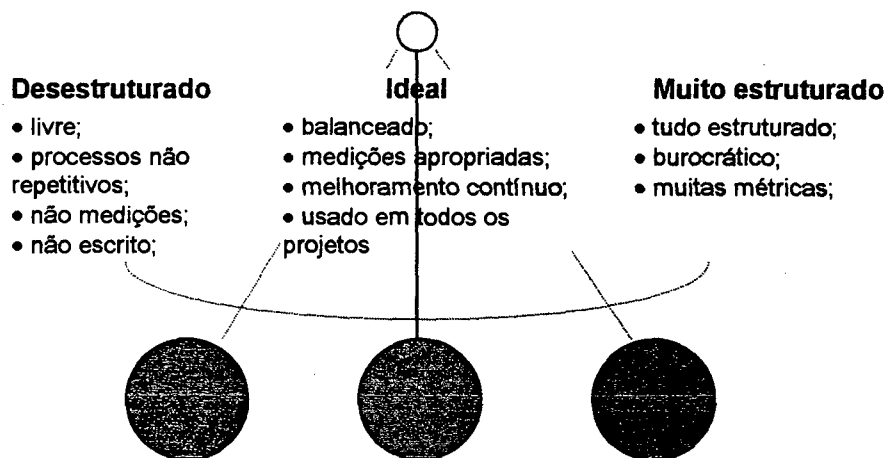


Figura 6.5 - Nível de detalhamento do planejamento do desenvolvimento.

As diretrizes para o planejamento do processo de desenvolvimento de produtos estão detalhadas nos capítulos anteriores, os quais se direcionaram quase exclusivamente para esta atividade. O planejamento é uma das atividades mais

relevantes para o sucesso do desenvolvimento de um novo produto, ainda mais tendo como ambiente de sua realização as complexidades já citadas anteriormente.

No modelo de desenvolvimento de produto, têm-se as indicações das fases a serem cumpridas e das respectivas etapas pelas quais o trabalho terá que passar. A partir do estabelecimento das informações necessárias ao desenvolvimento, realizado no passo 2, pode-se dar prosseguimento com o planejamento operacional do desenvolvimento, que se constitui da consecução de procedimentos (tarefas a serem cumpridas), orçamentos (recursos requeridos e disponíveis), programações (estimativas de tempo para as tarefas) e regulamentos.

A partir do modelo geral do processo de desenvolvimento, tem-se referências de onde se começa cada uma das etapas a serem cumpridas, desde o começo do projeto até o final do desenvolvimento, ou seja, a venda do produto ao mercado consumidor. Este modelo orienta o planejamento do projeto (capítulo II).

A figura 6.6 representa um modelo de atividades de projeto que mapeia progressivamente o desenvolvimento (Andreasen, 1987). Um processo estruturado assegura um processo consistente, evitando-se, assim, a necessidade de se inventar, a cada novo desenvolvimento de um produto, um novo processo. Um processo estruturado comum também capacita o uso de princípios gerais de projeto durante todo o ciclo de desenvolvimento e proporciona um contínuo melhoramento.

Modelo de desenvolvimento do produto

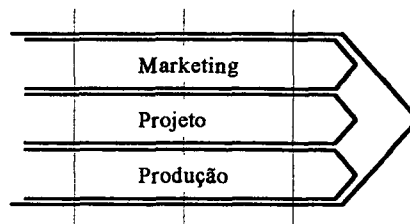


Figura 6.6 - Representação do processo de desenvolvimento.

A maioria dos projetos é muito complicada para ser planejada e controlada efetivamente a menos que eles sejam primeiro desmembrados em porções gerenciáveis, a partir da metodologia de projeto. Isso é atingido pela estruturação do projeto em uma "árvore genealógica", onde se especifica as tarefas

e sub-projetos principais. Estes, por sua vez, são divididos em tarefas menores até que uma série de tarefas definidas e gerenciáveis é identificada, chamadas "pacotes de trabalho". A cada pacote de trabalho são alocados seus próprios objetivos, em termos de tempo, custo e qualidade. A saída disso é chamada estrutura desmembrada de projeto (EDP). Ela deve ser desenvolvida de uma forma lógica e sistemática de modo que cada nível da estrutura relacione-se com aquele acima e com aquele abaixo. A hierarquia de tarefas é, assim, gerada. A EDP traz clareza e definição ao processo de planejamento do projeto. Mostra como "o quebra cabeças se encaixa". A figura 6.7 mostra um exemplo de uma estrutura desmembrada de produto para o projeto preliminar de uma semeadora. Nesta estão mostradas as relações entre um pacote de trabalho e série de atividades para o cumprimento dos objetivos cujos resultados tem que ser alcançados pelas equipes de projeto.

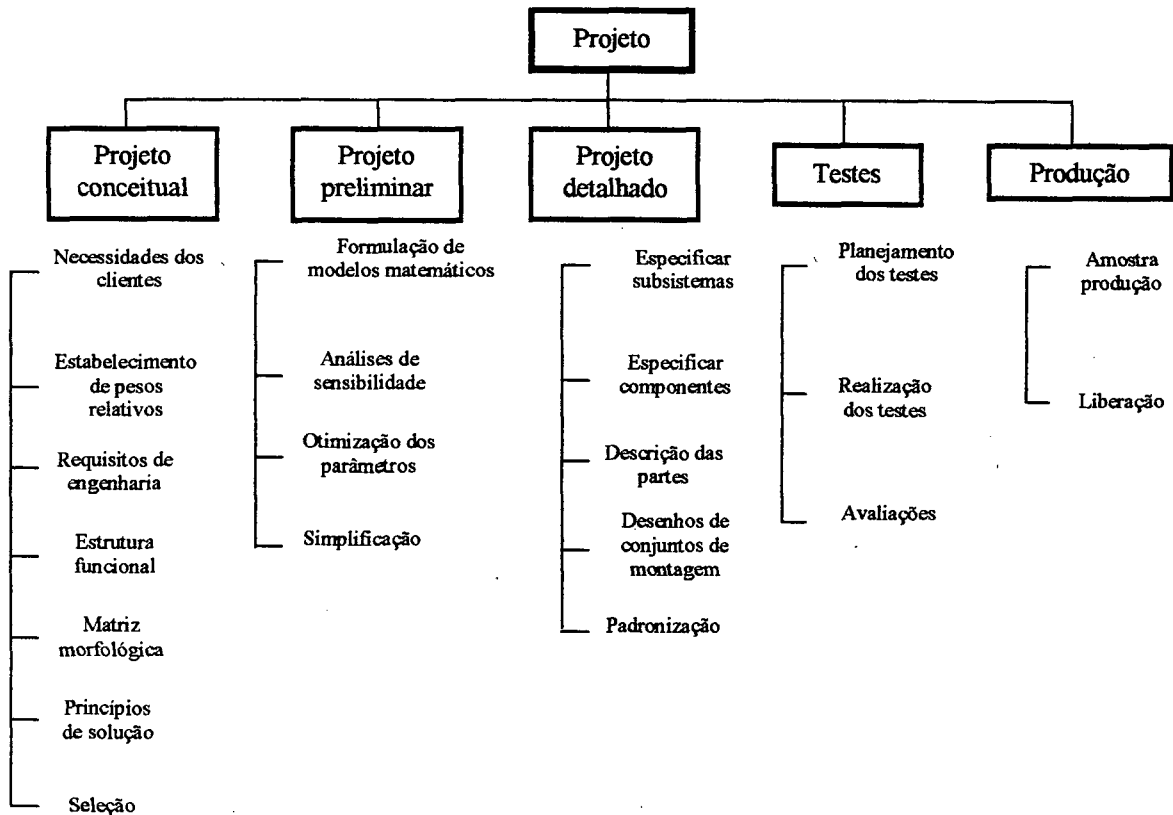


Figura 6.7 – Estrutura desmembrada de projeto (EDP) para um projeto genérico.

Tarefa 1: Determinação das atividades

Envolve a identificação e documentação de atividades específicas e a descrição destas, que devem ser executadas de modo a produzir os resultados requeridos de cada pacote de trabalho da estrutura de desmembramento de projeto (EDP). Implicitamente nesta tarefa está a necessidade de definir atividades tais que encontrem os objetivos do projeto.

Tabela 6.4 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 1.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Carta do projeto; • Estrutura de desdobramento do projeto (EDP); • Informações históricas; • Restrições; e • Suposições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Decomposição – é a subdivisão dos elementos do projeto em menores e gerenciáveis componentes de modo a promover um controle melhor do gerenciamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de atividades – deve incluir todas as atividades que o projeto possui. Deve ser organizada como uma extensão da EDP para ajudar a assegurar que está completa e que não inclui qualquer atividade que não é requerida no escopo do projeto. Deve possuir as descrições de cada atividade; e • EDP melhorada – Através de uma análise mais detalhada, realizada para a identificação das atividades, pode-se ampliar ou até mesmo reduzir e melhorar a EDP.

Tabela 6.2 – Lista de atividades para o desdobramento da função qualidade (QFD).

Atividade	Descrição
A	Levantamento das necessidades dos clientes
B	Determinação dos requisitos de projeto
C	Atribuição de importância às necessidades dos clientes
D	Relacionamento entre as necessidades e os requisitos do produto
E	Determinação dos requisitos mais importantes
F	Preenchimento da matriz correlação

Tarefa 2: Seqüenciamento das atividades

Todas as atividades que são identificadas como compondo um projeto terão algum relacionamento com as demais e vão depender da lógica do projeto. Algumas atividades vão, por necessidade, precisar ser executadas em uma ordem particular. Essas atividades podem ter um relacionamento dependente ou em série; outras atividades não têm esse tipo de dependência das demais, ou seja, seus relacionamentos são de independência ou em paralelo; algumas atividades serão realizadas em equipe, enquanto outras, individualmente; algumas serão integradas, e outras não.

Tabela 6.5 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 2.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do produto – Características do produto freqüentemente afetam o seqüenciamento das atividades. Enquanto que esses efeitos são geralmente aparentes na lista de atividades, a descrição do produto deve ser revista durante o andamento do projeto para assegurar sua qualidade; • Lista de atividades; • Dependências; • Restrições; e • Suposições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de precedências - Este se caracteriza pela construção de uma rede usando-se nós, representando as atividades e setas, mostrando as dependências; e • DSM (design structure matrix) – usada para análise de projetos de desenvolvimento ao nível de atividades (Eppinger, 1995). 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de rede do projeto – é uma exibição esquemática das atividades de projeto e de suas relações lógicas (dependências) entre elas. • Lista de atividades melhorada – a tarefa de sequenciamento de atividades exige uma análise mais detalhada do projeto, levando, deste modo, a um melhoramento da lista de atividades.

A figura 6.8 ilustra um diagrama de rede de um projeto genérico, onde, as letras em cima das setas representam as atividades e os nós os eventos que determinam o final de cada atividade.

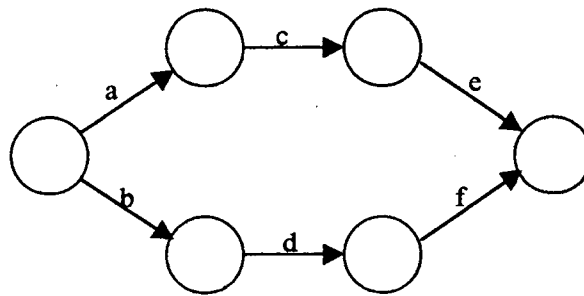


Figura 6.8 – Seqüenciamento de atividades.

Tarefa 3 : Estimativas de duração de atividades

A gerência do tempo é onde o computador tem sido mais intensamente usado, fornecendo resultados operacionais de reconhecida qualidade.

As estimativas de duração das atividades são fundamentais para a tomada de decisões no gerenciamento do projeto. Sem uma idéia de quanto durará cada parte de um projeto é impossível definir o que deveria estar acontecendo em qualquer momento durante a execução do projeto. Uma melhor avaliação feita de forma sistemática, não uma perfeita previsão da realidade. As estimativas não podem nunca ser perfeitas, mas elas devem ser feitas tendo alguma idéia de sua acuidade. O grau de acuidade de uma estimativa está fortemente relacionado com o estágio da vida do projeto no qual ela será usada. No início de um projeto, quando uma estimativa grosseira é necessária, o número real somente tem um valor 'ilustrativo', já durante a execução detalhada do projeto final, são necessárias estimativas 'definitivas' para controlar diariamente.

A figura 6.9 ilustra uma estimativa de duração de atividades, juntamente com um diagrama de rede acrescido com as durações das atividades em baixo das setas.

Tabela 6.6 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 3.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Lista de atividades; • Informações históricas – dados referentes à categoria de atividades semelhantes são frequentemente encontrados nas seguintes fontes: arquivos de projetos anteriores, banco de dados comerciais de agências privadas e governamentais e conhecimento de equipes experientes; • Restrições; • Suposições. • 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação – Envolve o cálculo de múltiplas durações. O software mais comum é o Monte Carlo o qual simula estas variações de durações através do cálculo de distribuição de resultados prováveis; • Julgamento de especialistas; e • Estimativa por analogia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativas de duração de atividades – são valorações quantitativas que expressa o período de trabalho requerido para completar uma atividade; • Bases de estimativas – documentação destas estimativas; e • Lista de atividades melhorada.

Atividade	Duração (dias)
A	3
B	4
C	6
D	2
E	3
F	3

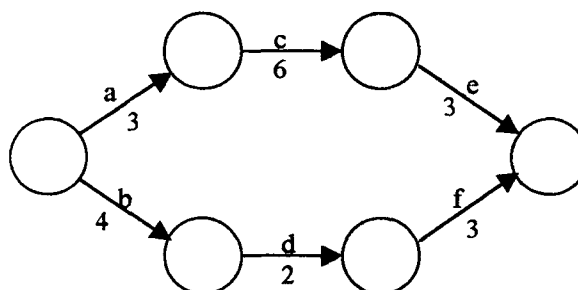


Figura 6.9 – Estimativa de duração das atividades.

Tarefa 4: Estimativa de recursos

Existem duas abordagens básicas em gerência de recursos: alocação de recursos e nivelamento de recursos. Por alocação de recursos entende-se que cada atividade a ser executada tem a garantia de que possuirá os recursos de que necessita. O nivelamento de recursos tem como pré-requisito a alocação e procura nivelar as necessidades de cada recurso utilizado durante o projeto, ou seja, o

nivelamento procura minimizar a existência de recursos ociosos durante a execução do projeto. Em problemas reais de grande complexidade, o nivelamento de recursos é de solução difícil. A figura 6.10 ilustra a alocação de recursos humanos para o desenvolvimento de um produto genérico.

Tabela 6.7 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 4 (recursos diversos).

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Carta do projeto; • Estrutura de desdobramento de produto (EDP); • Informações históricas; • Estimativas de duração de atividades – a duração das atividades afeta na estimativa de recursos do projeto; • Descrição do quadro de recursos – conhecimento de quais os recursos (pessoal, equipamentos, material) estão potencialmente disponíveis e são necessários para o planejamento de recursos; e • Políticas organizacionais – política de obtenção de recursos, disponibilização e prioridades de uso destes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação; • Julgamento de especialistas – Um grupo ou indivíduo com conhecimento especializado pode ajudar na definição de recursos, estes podem ser de outros setores da empresa ou consultores; • Estimativa por analogia; • Modelamento paramétrico – Envolve o uso de características (parâmetros) do projeto em um modelo matemático para prever os custos do desenvolvimento; • Ferramentas computacionais para alocação de recursos – os softwares de gerenciamento de projetos possuem esta ferramenta; 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidades de recursos – descrição de quais os recursos são requeridos e qual a quantidade para cada elemento da EDP; • Plano de gerenciamento de recursos – Este plano descreve como as variações de utilização de recursos para o projeto serão gerenciadas.

Através da organização a empresa reúne e integra seus recursos, define a estrutura de órgãos que deverão administrá-los, estabelece a divisão de trabalho através da diferenciação, proporciona os meios de coordenar as diferentes atividades através da integração, define os níveis de autoridade e de responsabilidade, e assim por diante. A organização representa, no fundo, todos aqueles meios que a empresa utiliza para pôr em prática o planejamento, a direção e o controle da ação empresarial para atingir os seus objetivos.

Tabela 6.1 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 4 (recursos humanos).

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Interfaces de projetos – geralmente se insere dentro de três categorias: <ol style="list-style-type: none"> 1. interfaces organizacionais – relatórios formais e informais de relações entre diferentes unidades organizacionais; 2. interfaces técnicas – entre diferentes áreas técnicas; e 3. interfaces interpessoais – entre diferentes habilidades pessoais. • Necessidades de pessoal – envolve quais os tipos de habilidades, quantidade e tempo de pessoal são requeridos para a formação das equipes de projeto durante seu desenvolvimento; • Restrições – limites das opções na formação das equipes de projeto. • Descrição do quadro de pessoal requerido para o projeto – experiências prévias, disponibilidades, interesses e características pessoais; e • Plano de projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos – embora seja cada projeto único, a maioria deles podem ser similares em alguma característica, usando as definições de papéis e responsabilidades de outro projetos pode facilitar a identificação das equipes de projeto; • Práticas de recursos humanos – práticas existentes para formação de equipes; • Análise dos clientes do projeto – as necessidades dos clientes devem ser analisadas para garantir que elas serão abordadas pelas equipes; • Negociações – envolvendo gerentes funcionais e outras equipes de projeto; • Sistemas de reconhecimento e recompensa; • Colocação ambiental – arranjo físico dos membros da equipe; e • Treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de responsabilidades e papéis; • Plano de gerenciamento de quadros de pessoal – descreve quando e como os recursos humanos serão utilizados. Apropriados procedimentos de redistribuição de pessoal podem: reduzir custos pela diminuição ou eliminação da tendência na realização de trabalhos feitos duas vezes e aumentar o moral pela redução ou eliminação de incertezas sobre o futuro nas oportunidades de emprego; • Carta de organização – estrutura de desdobramento organizacional, similar à EDP; • Detalhamento de suportes – impacto organizacional, descrição dos trabalhos requeridos e necessidades de treinamentos; • Melhoramento da performance das equipes de projeto; • Entrada para avaliação da performance – os dados de saída deste passo fornecem subsídios para uma posterior avaliação da performance das equipes e seus membros.

A empresa deve ter definidas as responsabilidades, os equipamentos e tecnologias existentes, ou seja, toda sua estrutura organizacional e de recursos, pois deste modo, as equipes de projeto formadas a partir destas informações, completando-se a estrutura por equipe central, terão subsídios para a realização de tarefas complicadas que envolvam interdisciplinaridade.

Atividade	Duração (dias)	Recursos (pessoal)
A	3	4
B	4	3
C	6	2
D	2	3
E	3	3
f	3	2

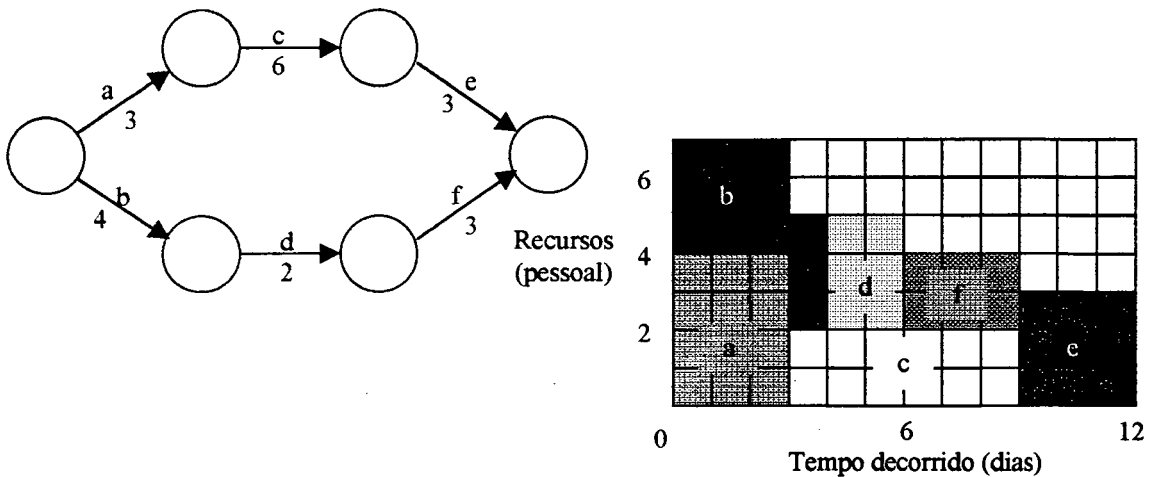


Figura 6.10 – Estimativa de recursos.

Tarefa 5: Programação do desenvolvimento e de custos para o projeto

A programação significa a determinação das datas de começo e fim para as atividades de projeto, bem como seus custos de execução.

Uma vez que tenham sido feitas as estimativas de tempo e de esforço envolvidos em cada atividade, e suas relações de dependência, é possível comparar os requisitos do projeto com os recursos disponíveis. A natureza finita de recursos críticos (como habilidades especiais) significa que eles devem ser levados em conta no processo de planejamento. Isso freqüentemente tem o efeito de destacar a necessidade de planejamento mais detalhado, ou de abordagens alternativas, como as subcontratações. Há essencialmente duas abordagens fundamentais:

- limitada por recursos (também chamada finita). Somente os níveis de recursos disponíveis são usados na programação de recursos, e nunca serão excedidos. Como resultado, a duração do projeto pode 'escorregar' no tempo. A programação limitada por recursos é usada, por exemplo, quando uma empresa de projeto tem suas próprias instalações de montagem e testes altamente especializada e;
- limitada por tempo. A prioridade dominante é completar o projeto dentro de um dado tempo. Uma vez que os recursos normalmente disponíveis tenham sido estabelecidos, recursos alternativos (adicionais) são programados.

Tabela 6.8 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 3, tarefa 5.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de rede do projeto; • Estimativa de duração da atividade; • Necessidade de recursos; • Descrição do quadro de recursos – conhecimento de quais recursos, as datas e tempos estarão disponíveis para que se possa executar a programação; • Calendários – dados referentes às datas de dias úteis e horários de trabalho dos recursos requeridos; • Descrição do custo/hora (ou custo/dia) de utilização de cada recurso; • Restrições; e • Suposições; 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise matemática – cálculo das datas de início e fim para todas as atividades do projeto. As técnicas mais conhecidas para este tipo de análise são: método do caminho crítico (CPM), técnica de revisão e avaliação de programações (PERT) e técnica de revisão e avaliação de gráficos (GERT); • Compressão da duração – análise das possibilidades de encurtar a programação das atividades sem interferir nos objetivos do projeto; • Software de gerenciamento de projetos – estes produtos automatizam os cálculos das análises matemáticas e nivelamento de recursos e, também, permite considerações rápidas de muitas alternativas de programação. Os mais comuns são: <i>Harvard Project Manager, Time Line, Microsoft Project, MAS Realtime Project, Artemis 9000, Primavera Project Planner</i>, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programação do projeto – consiste da fixação de todos os parâmetros envolvidos no planejamento operacional do projeto; • Detalhes de suporte – planos de alternativas de programação; • Plano de gerenciamento da programação; • Necessidades de recursos melhorada; e • Custos do projeto fixados.

Comentários:

Os planejadores de projeto deveriam, idealmente, ter algumas alternativas para escolher. A que melhor seja adequada ao projeto pode então ser escolhida e desenvolvida. Por exemplo, pode ser adequado examinar ambas as opções, de recursos limitados e de tempo limitado. Todavia, não é sempre possível examinar diversas alternativas de programação. Especialmente em projetos muito grandes ou muito incertos, a computação poderia ser proibitiva. Todavia, modernos programas de computadores de gerenciamento de projeto estão tornando a busca da melhor programação mais factível.

A lógica que governa os relacionamentos da rede é derivada dos detalhes técnicos do projeto, como foi descrito. Todavia a disponibilidade de recursos pode impor suas próprias limitações que pode afetar materialmente os relacionamentos entre as atividades. A figura 6.11 mostra uma rede simples de dois caminhos com detalhes tanto na duração de cada atividade como do pessoal necessário para desempenhar cada atividade. A programação total de recursos também é mostrada. As três atividades no caminho crítico, a, c, e e foram programadas levando em conta a programação de recursos em primeiro lugar. As atividades restantes todas têm alguma folga e portanto têm flexibilidade para quando forem ser desempenhadas.

A programação de recursos na figura 6.11 tem as atividades não críticas começando logo que possível. Isso resulta em um perfil de recursos que varia de sete pessoas para três. Mesmo se as sete pessoas estão disponíveis, o gerente de projeto pode querer nivelar a carga por conveniência organizacional. Se o número total de pessoas disponíveis é menor que sete, todavia, o projeto vai precisar ser reprogramado. Suponhamos que somente cinco pessoas estão disponíveis. Ainda é possível completar o projeto no mesmo tempo, como mostrado na figura 6.12. A atividade b foi atrasada até que a atividade a tivesse sido terminada. Isso resulta um perfil de recursos que varia somente entre quatro e cinco pessoas e dentro do limite de recursos de pessoal de cinco pessoas.

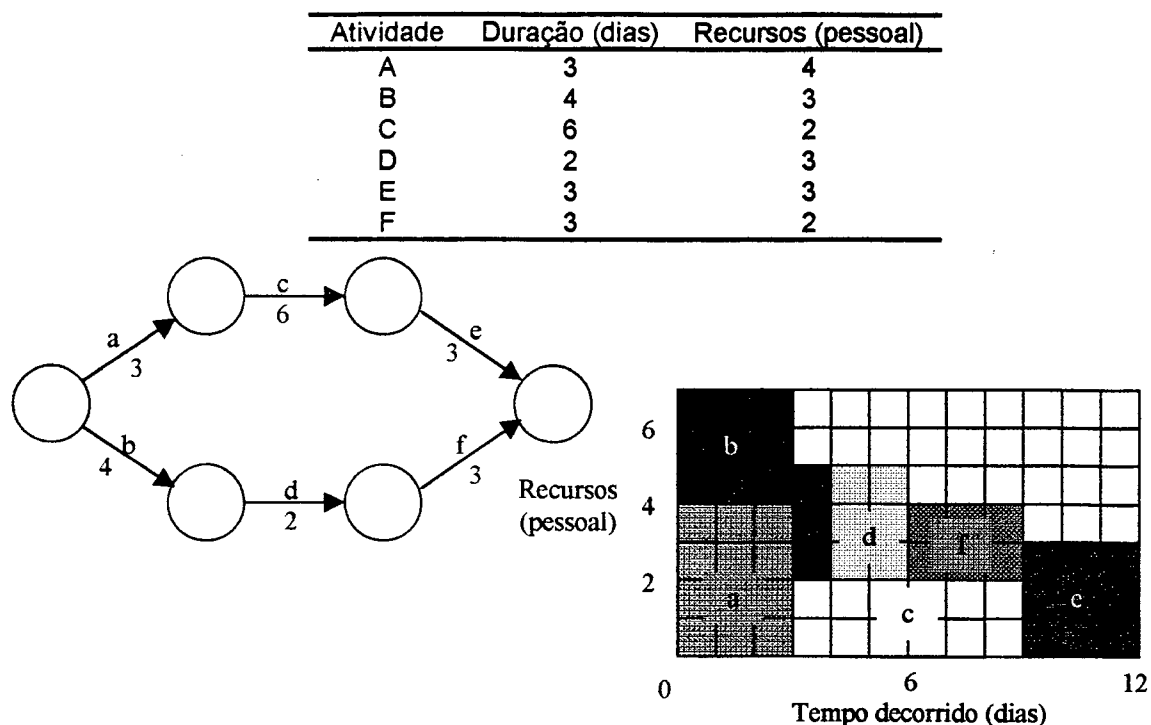


Figura 6.11 – Perfil de recursos de uma rede pressupondo que todas as atividades são iniciadas tão cedo quanto possível.

Todavia, para atingir isso, é necessário requerer que a atividade *b* comece somente quando a atividade *a* estiver completa. Isto é uma limitação lógica que, se fosse incluída na rede, a modificaria como mostrado na figura 6.12. Nessa rede, todas as atividades são críticas, como de fato pode-se ver da programação de recursos.

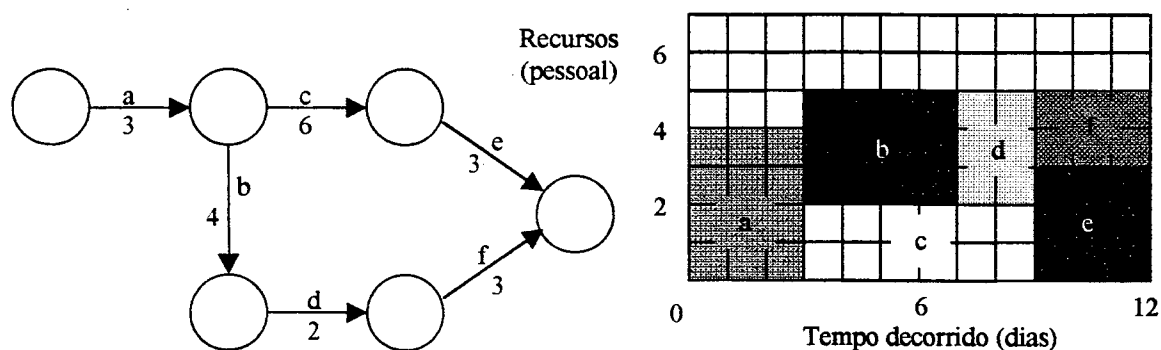


Figura 6.12 – Perfil de recursos de uma rede com atividades não críticas atrasadas para adequar-se às limitações de recursos, neste caso isso efetivamente muda a lógica da rede para tornar todas as atividades críticas.

Passo 4: Planejamento da qualidade (processo orientado ao produto)

Melhoramentos do processo de desenvolvimento de produtos têm sido feitos pela aplicação de várias técnicas de projeto e ferramentas automatizadas de desenvolvimento. Desafortunadamente, muitas empresas investem em alguma ferramenta específica causando mínimos impactos, recomenda-se um número mínimo dessas técnicas e ferramentas que incluam o ciclo de vida do produto.

Tabela 6.9 – Fluxo de informações e ferramentas usadas para o passo 4.

Entradas	Técnicas e Ferramentas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Carta do projeto; • Política de qualidade – as intenções e direções de uma organização com respeito à qualidade, formalmente expresso pela alta gerência; • Regulações e padronizações – informações importantes sobre o que se pode ou não fazer e o que se deve fazer; e • Resultados das medições de controle de qualidade – dados referentes aos testes de qualidade do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análises de custo/benefício; • Benchmarking – envolve a comparação de práticas de projeto atuais ou planejadas com outros projetos de modo a gerar idéias para seu melhoramento e promover um padrão no qual a performance pode ser medida. • Cartas de procedimentos – são quaisquer diagramas os quais mostram como vários elementos de um sistema se relacionam. Estas técnicas são comumente usadas no gerenciamento da qualidade e incluem: diagramas de pareto e diagramas de procedimento; • Planejamento de experimentos (DOE) – são técnicas analíticas que ajudam a identificar as variáveis de maior influência no processo; • Ferramentas diversas – FMEA, DFM, DFA, DFE. • Auditoria da qualidade – o objetivo de uma auditoria é identificar as lições aprendidas e que podem melhorar a performance do desenvolvimento. Pode ter datas agendadas ou aleatórias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de gerenciamento da qualidade – deve descrever como o líder do projeto irá implementar a política de qualidade. Na terminologia da ISO 9000, o plano deve descrever o sistema de qualidade do projeto: a estrutura organizacional; as responsabilidades; procedimentos e recursos necessários para sua implementação; • Definições operacionais do produto – descreve os resultados específicos que podem ser medidos pelo controle de qualidade, isto é, para uma medição quantitativa do produto; • Listas de verificação – é uma ferramenta estruturada, usualmente específica para uma atividade ou indústria, usada para verificar se uma série de passos requeridos têm sido realizados; • Entradas para outros processos – o processo de planejamento da qualidade pode identificar necessidades adicionais de atividades em outras áreas; e • Melhoramento da qualidade – inclui o aumento da eficácia e da efetividade do processo.

Passo 5: Mecanismos de controle das tarefas (tomadas de decisão)

A execução do projeto deve ser feita o mais próximo possível do planejado. Contudo, o grau de incerteza com que o plano foi concebido e a ocorrência de fatos inesperados fazem com que a execução tenda a se afastar do planejado. Daí a existência do controle na gerência de tempo. Este processo se inicia com a execução do desenvolvimento e é formado pelas seguintes etapas:

- coleta de informações do andamento das atividades;
- processamento das informações;
- análise das informações e decisões e;
- ação corretiva.

A coleta de informações tem uma periodicidade que depende da rapidez com que o projeto se desvia do planejado e do grau de controle que se deseja. Com terminais de computador é possível se efetuar uma coleta diária, com a obtenção imediata de relatórios que mostram a situação e tendência do projeto. O mais comum, porém, é a coleta de dados em lotes, em uma periodicidade maior (por exemplo, semanal, quinzenal ou mensal).

Para isso, dois sistemas devem ser implantados: um sistema de informações gerenciais (banco de dados e seu gerenciamento) e um sistema de suporte à decisão (para analisar e controlar aspectos econômicos e de processo do desenvolvimento).

O sistema de suporte à decisão, ilustrado pela figura 6.13, deve possuir cinco características principais:

- proporcionar um processo claro e consistente para a tomada de decisões, ou seja, a cada fase completa, o CAP (comitê de aprovação de produtos) determina se os esforços no desenvolvimento devem continuar, parar ou serem cancelados ou recusados; e também, resolver questões maiores

tais como nas mudanças na alocação de recursos e mudanças de prioridade;

- dar poder à equipe de projeto na execução de um plano operacional para o desenvolvimento. Com o estabelecimento pelo CAP das prioridades, da direção do projeto, das metas de projeto e produto, pode-se, então, dar a responsabilidade para a equipe de planejar operacionalmente a próxima fase;
- proporcionar a ligação entre o desenvolvimento do produto e aplicação da estratégia de produto. Através do sistema, o CAP dirige esforços diretos em busca da estratégia empresarial; e
- proporcionar pontos de controle mensuráveis para monitorar o progresso. A partir que cada fase for completada o CAP tem condições de estabelecer desafios mais claros tanto para o produto como para o projeto.

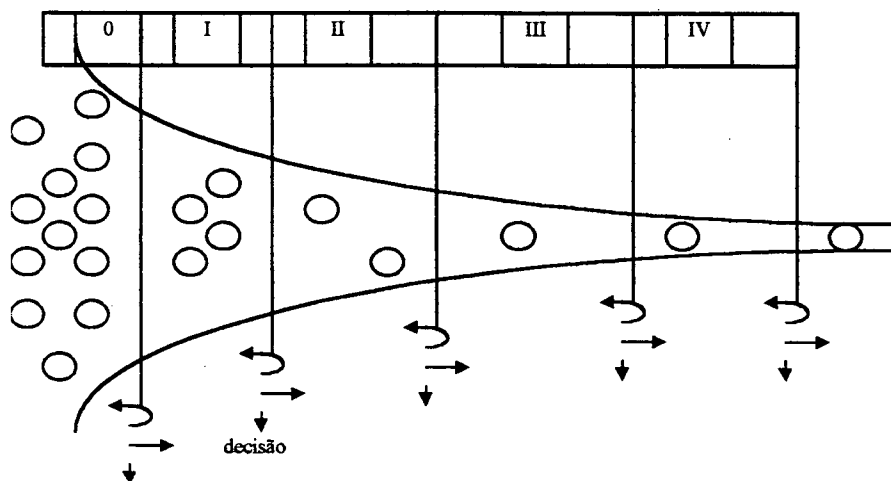


Figura 6.13 – Sistema de suporte à decisão.

Passo 6: Finalização

O projeto ou fase, após alcançar seus objetivos ou ter sido acabado por alguma razão, requer uma finalização. Um fechamento administrativo do projeto consiste na verificação e documentação dos resultados do projeto para formalizar a

aceitação do produto do projeto pelo cliente ou consumidor. Isto inclui a coleção de registros do projeto, assegurando que ele reflete as especificações finais, análise do sucesso e efetividade do projeto, e o arquivamento de tais informações para uso futuro. Cada fase do desenvolvimento deve Ter, também, sua própria finalização para assegurar que informações importantes e usuais não se percam.

6.4) Considerações finais

Certamente são inúmeras as empresas que ainda não aplicam os conhecimentos de administração em seus projetos. Algumas os deixam a cargo de seus gerentes funcionais. Em muitas empresas predominam a desorganização e o improvisado. Os prazos e custos de um projeto podem se desviar tanto do planejamento que prefere-se esquecer que um dia existiu um. O círculo vicioso da desorganização também deixa suas marcas nas pessoas: demissões e problemas de saúde são as mais comuns.

Sendo assim, a proposta apresenta uma sistemática gerencial para o processo de desenvolvimento de produtos. Através das funções da administração (planejamento, organização, coordenação e controle), se propõe uma sistemática, isto é, uma série de procedimentos para a implementação da gerência, proporcionando uma visão empresarial mais integrada, apoiada em técnicas e ferramentas da engenharia simultânea e nas estruturas de integração que fornecem o meio físico para sua implementação. Pode-se conseguir, deste modo, uma precisão maior na execução das atividades pertinentes ao desenvolvimento e um melhoramento contínuo do processo.

As informações necessárias para a implementação desta sistemática, em sua maioria, estão contidas nos capítulos anteriores. Todavia, informações sobre algumas ferramentas citadas, tais como: PERT/CPM, DFX, QFD, entre outras, podem ser encontradas na bibliografia complementar, para que possa ficar melhor entendida a sistemática apresentada.

É importante ressaltar, que a metodologia deve ser usada dinamicamente, ou seja, os procedimentos devem ser usados de maneira iterativa, não somente no começo do desenvolvimento, mas em todo ele.

Capítulo VII

Aplicação da sistemática proposta para o processo de desenvolvimento de produtos por injeção de pós metálicos

7.1) Introdução

O presente capítulo apresenta um exemplo de aplicação da sistemática proposta no contexto da indústria de produtos injetados, isto é, vai-se descrever um programa para o gerenciamento do desenvolvimento de produtos para esta área.

Neste ramo da indústria, o de produtos injetados, observa-se pouca disseminação dos modelos metodológicos para projeto e desenvolvimento de componentes, bem como o seu insuficiente entendimento e aplicação. Ainda, no desenvolvimento de produtos injetados, não somente os aspectos relacionados ao seu desempenho técnico devem ser considerados, mas também informações relacionadas aos processos produtivos e aos materiais.

Neste sentido, o correto gerenciamento dessas informações pode fazer com que o custo e o tempo de desenvolvimento do produto seja reduzido e que sua qualidade aumente.

7.2) Componentes injetados

As características dos componentes injetados e o panorama industrial deste setor podem influenciar diretamente o modo de condução do seu projeto e a maneira

pela qual as ferramentas de projeto podem ser utilizadas (Ferreira, 1998). Sendo assim, é importante ter em mente algumas considerações:

i) O setor de desenvolvimento de componentes injetados é fragmentado. Geralmente, composto por três tipos de empresas especializadas de pequeno e médio porte. A primeira, é responsável pela atividade de desenvolvimento do componente. A segunda, desenvolve o projeto e fabricação da matriz de injeção e, a última, que executa o processo de injeção do componente. Neste cenário, não é observado a existência de um modelo efetivo de gerenciamento destas empresas.

ii) Nestas empresas, é possível identificar os seguintes especialistas: *Engenheiros projetistas de produto*, responsáveis pelo desenvolvimento do projeto do componente em si, ou seja, estão diretamente relacionados a busca de formas que satisfaçam as necessidades funcionais do componente a ser projetado; *Engenheiros projetistas de moldes*, profissionais cuja ocupação principal é o projeto e construção dos moldes de injeção; *Engenheiros do processo de injeção*, especialistas envolvidos com o processamento direto das resinas plásticas ou pós metálicos e controle do processo de produção e *outros* - tais como engenheiros de automação e controle, revendedores de materiais, equipe de marketing, etc.

iii) Observa-se a carência de profissionais com suficiente conhecimento teórico e prático sobre química orgânica, metalurgia, processos de fabricação de matrizes e controle do processo de moldagem, simultaneamente (Amorim, 1998).

iv) O desenvolvimento inicial de componentes injetados e o planejamento do processo produtivo é realizado empregando-se informações qualitativas, utilizando-se da experiência dos profissionais envolvidos e baseando-se em regras de projeto específicas. Concluída esta fase inicial, são empregadas ferramentas quantitativas de análise e simulação (Beiter, 1995).

v) Existe uma enorme variedade de ferramentas computacionais, empregadas na determinação de pontos de injeção e na simulação do escoamento do material nas cavidades do molde. Segundo Sebastian (1993), estas análises auxiliam as pessoas a saber o que estão fazendo, mas não o que deveriam fazer. O autor coloca a existência de sistemas CAD que permitem gerar geometrias de componentes e utilizá-las posteriormente em programas de simulação. Entretanto,

estes sistemas são empregados, principalmente, para a tarefa de desenho e não para a atividade de engenharia de projeto.

vi) As simulações computacionais são realizadas quando o componente está especificado, entretanto, nesta fase de projeto, a possibilidade de melhorar o desempenho técnico deste componente e reduzir o seu custo é limitada. Beiter et al (1995) colocam que os projetistas necessitam de um modelo de processo e informações que preencha o vazio existente entre as regras de projeto de componentes injetados e os sistemas de simulação computacional.

vii) Segundo Chin *et al* (1996), em se tratando de projeto conceitual de componentes injetados, os problemas mais comuns relacionados a geração e avaliação de novas concepções são: inadequada exploração da viabilidade de todas as alternativas de concepções; ineficiente consideração dos critérios de avaliação do produto em relação a facilidade de fabricação e aos custos de produção; inadequada consideração das influências mútuas entre a fabricação do molde, o processo de moldagem, o projeto detalhado do componente e o projeto do molde; e, a pobre coordenação entre os especialistas envolvidos no projeto (Amorim, 1997).

viii) A escolha do tipo de material do componente é fundamental para que o mesmo apresente um desempenho técnico adequado. Nesta linha, Beiter et al *apud* Beiter et al (1995) apresentam uma metodologia para seleção de materiais considerando o grau de importância das propriedades técnicas destes materiais. Ainda, Ashby *apud* Beiter et al (1995) apresentam procedimentos para seleção de materiais considerando informações de custo, tensão, espessura de parede, requisitos funcionais, dados de forma e propriedades de materiais.

7.3) Sistemática gerencial

A aplicação será guiada de acordo com a sistemática descrita no capítulo VI, isto é, seguindo-se os passos descritos no capítulo anterior e, as recomendações contidas nos capítulos sobre metodologia de projeto, gerenciamento, engenharia simultânea e estruturas para integração.

7.3.1) Considerações iniciais

O processo de desenvolvimento adotado aqui é uma variante do modelo consensual citado no capítulo II, já que, como descrito anteriormente, o panorama industrial do setor de produtos injetados possui características próprias (como todo setor) e bastante diferenciadas de outros ramos da indústria, sendo formado, tipicamente, por três empresas distintas.

Para este estudo de caso, adotou-se um modelamento hipotético, constituído por três empresas: uma que se responsabiliza pelo projeto do componente, outra que trata do projeto e fabricação do molde ou ferramenta de injeção e a terceira que injeta o produto, isto é, que desenvolve o processo de injeção. A figura 7.1 apresenta a forma organizacional destas, juntamente com as especialidades presentes em cada um dos departamentos que fazem parte das suas estruturas organizacionais. Deve-se ressaltar, que estas empresas são tipicamente de pequeno ou médio porte, o que geralmente ocorre na prática.

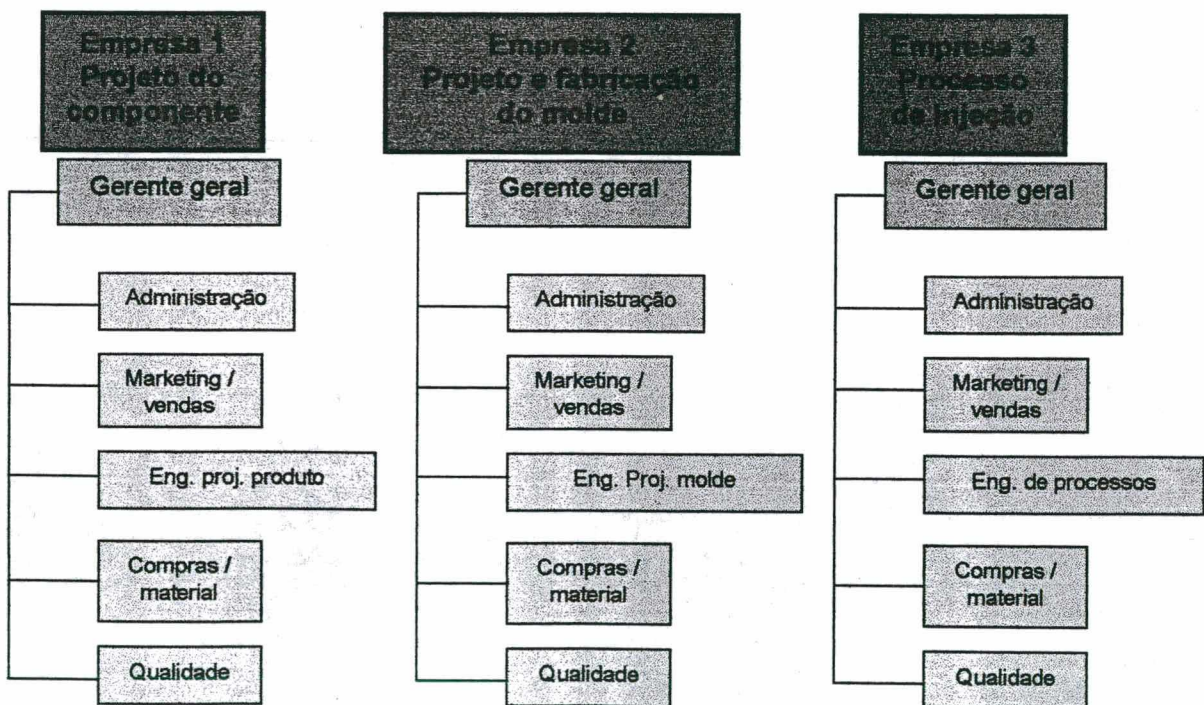


Figura 7.1 – Estruturas organizacionais das empresas do ramo de produtos injetados.

7.3.2) Formação do CAP e da equipe central do desenvolvimento de produtos injetados

Geralmente, como estas empresas são dependentes umas das outras, é recomendável a formação de grupos de parceria. Dependendo da complexidade do componente a ser projetado e produzido, a empresa que desenvolve o produto necessita de uma ou outra empresa.

Sendo assim, é conveniente que os gerentes gerais destas empresas estabeleçam um contato integrado para que os planejamentos estratégicos destas não se diferenciem muito.

A figura 7.2 ilustra a interligação entre a estrutura organizacional do ramo de produtos injetados com a estrutura por equipe central, apresentada no capítulo anterior.

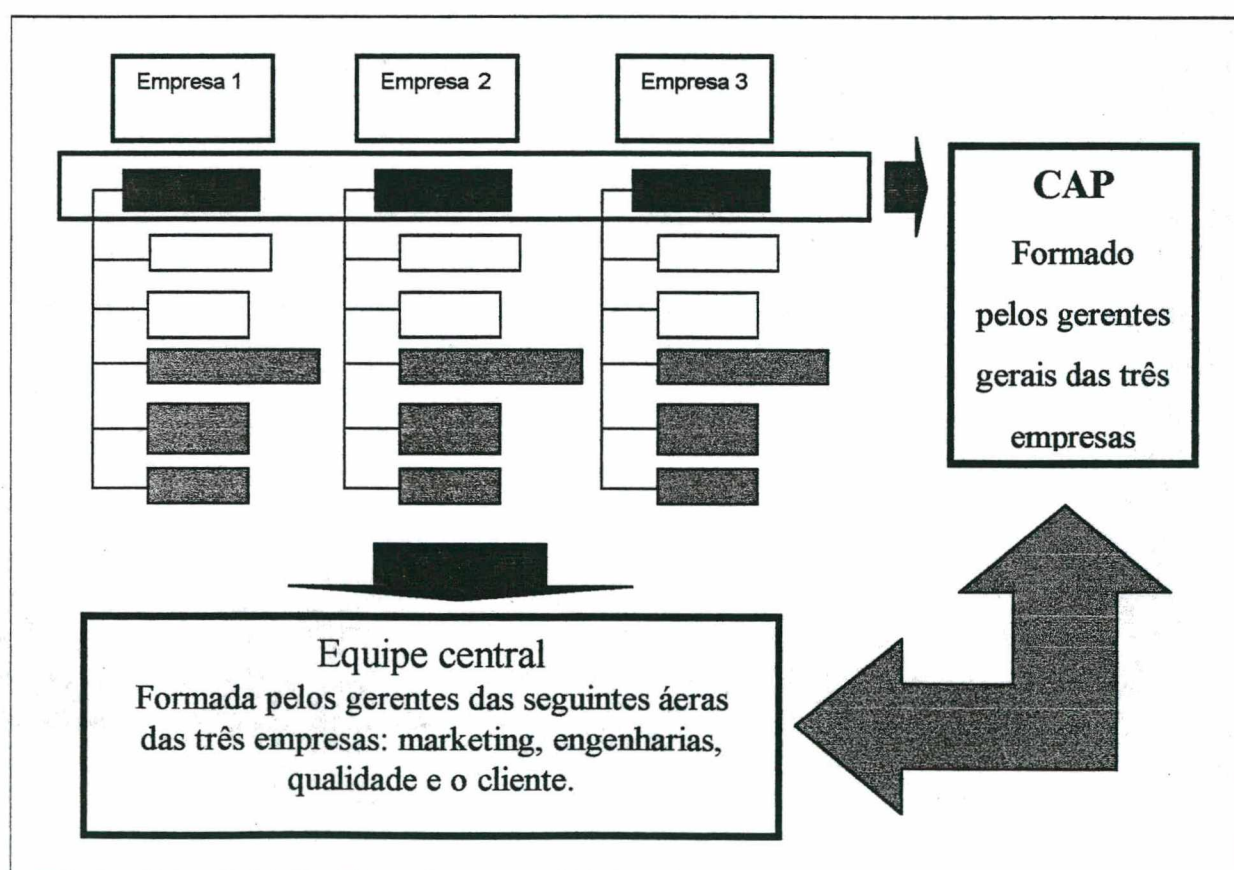


Figura 7.2 - Interligação entre as estruturas organizacionais empresariais com a estrutura por equipe central para o desenvolvimento de produtos injetados.

Portanto, o Comitê de Aprovação de Produtos deve ter integrantes dos três setores da indústria de produtos injetados, sendo composta, deste modo, pelos gerentes gerais de cada empresa, os quais estabelecerão o planejamento estratégico das mesmas de modo integrado.

Já a equipe central deve ser formada pelo cliente e por especialistas das três empresas envolvidas no processo de desenvolvimento, já que, como veremos mais adiante, as fases do desenvolvimento do produto são extremamente interligadas umas com as outras.

A liderança deve ser exercida de acordo com a fase do desenvolvimento do produto. Durante as fases de projeto do componente, a liderança é do gerente de engenharia do produto da empresa correspondente. As atividades da equipe central exercidas pela empresa responsável pelo molde terão como líder o gerente da engenharia de projeto de moldes e as tarefas das fases de processamento da injeção, a liderança é de responsabilidade do gerente de processo da empresa correspondente.

As atividades de facilitador devem ser exercidas pela pessoa mais experiente de qualquer uma dessas empresas, ou por um consultor especialista na área de desenvolvimento de produtos injetados.

7.3.3) Aplicação da sistemática

Os passos e tarefas descritos a seguir, que devem ser seguidos como apresentado no capítulo VI, se interagem, ocorrendo pelo menos uma vez em cada fase de projeto, exceto o passo 1, que pode ocorrer por um período de tempo determinado ou quando se achar necessário. Deve-se ressaltar que o passo 1 é de extrema importância, pois fará com que os integrantes das empresas, inclusive os responsáveis pelo desenvolvimento de produtos saibam dos objetivos estratégicos os quais estas almejam, comprometendo a alta gerência pelas decisões tomadas que afetarão a área de desenvolvimento de produtos destas.

Passo 1: Planejamento estratégico para as empresas de desenvolvimento de produtos injetados

O planejamento estratégico do desenvolvimento de produtos deve indicar quais são os produtos a serem desenvolvidos para atender aos objetivos da empresa. Este deve ser desenvolvido antes de se tomar qualquer decisão sobre o planejamento do produto que virá a ser projetado e injetado por estas empresas.

O procedimento para este tipo de planejamento, neste ramo da indústria, segue o mesmo caminho do procedimento descrito no capítulo VI (passo1), sendo que, o foco se difere um pouco.

Normalmente, as idéias para o desenvolvimento de novos produtos não são de propriedade das empresas que desenvolvem o projeto destes, sendo este serviço, fruto de terceirização por parte daquelas empresas que desenvolvem a idéia.

Sendo assim, o planejamento estratégico destas indústrias devem focar o mercado de possíveis clientes que vendem produtos plásticos e tomar ciência de quais as tendências do mercado em que elas atuam para que a empresa se previna de prováveis mudanças e consiga atingir o mesmo.

Portanto, estas empresas devem estar preparadas para desenvolver os projetos de componentes, moldes e, também, do processo de injeção para atender as exigências e necessidades do nicho de mercado que a empresa se insere ou pretende se inserir.

Logo, as empresas do ramo de produtos injetados devem estar atentas aos seguintes elementos:

- Dados sobre vendas dos vários produtos existentes no mercado;
- Dados sobre novos produtos lançados;
- Tendências de mercado;
- Painel dos consumidores;
- Análise de maturidade de produtos; e

- Fazer uma análise financeira e econômica no intuito de determinar qual o nicho de mercado ela se infiltrará.

Os elementos citados envolvem dados sobre o mercado de produtos injetados. Com isso, pode-se analisá-los através das técnicas e ferramentas descritas no capítulo anterior (passo 1), e estabelecer o nicho de mercado que a empresa pretende atuar.

A partir disso, pode-se analisar as necessidades advindas deste estudo, tais como:

- Novas tecnologias e recursos que necessitam ser empregados;
- Treinamentos que precisam ser efetuados;
- Análise dos concorrentes; e
- Análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças;.

A partir deste estudo, o CAP tem condições de tomar as decisões necessárias sobre qual o nicho de mercado que as empresas atuarão.

Passo 2: Escopo do projeto ou esclarecimento da tarefa

O planejamento do produto é uma atividade que precede e prepara o desenvolvimento de um produto específico, ou seja, envolve a elaboração das especificações do negócio e do projeto.

O planejamento do produto é uma das atividades mais difíceis do desenvolvimento de um projeto. O caminho para se chegar às especificações varia muito de produto para produto e de empresa para empresa. Alguns produtos são mais facilmente avaliados e especificados que outros. Um projeto que vise simplesmente atualizar o estilo de um produto existente, por exemplo, pode ser fácil. Por outro lado, um produto que use uma nova tecnologia, tenha um *design*

radicalmente novo ou se destine a um mercado ainda não explorado, pode ser mais difícil.

Assim, segundo Baxter (1998), o planejamento do produto deve começar com o planejamento do negócio, onde se procura o comprometimento da administração da empresa com o desenvolvimento do produto. A essência da oportunidade comercial é descrita identificando-se as diferenças do novo produto em relação aos seus concorrentes. A oportunidade é justificada pela posição do preço proposto para o produto em relação ao mapa do preço – valor dos produtos concorrentes. A partir do preço meta, pode-se estimar o custo de fabricação aceitável e verificar se é possível produzi-lo nesse nível de custo. Deste modo, a especificação do negócio é baseada na análise dos produtos concorrentes, pesquisa das necessidades de mercado e auditoria tecnológica. Ao fim disso tudo, tem-se a elaboração de uma oportunidade de produto capaz de preencher uma necessidade do consumidor, com um produto que se diferencie dos seus concorrentes e que seja tecnologicamente viável para fabricação industrial.

Feito isso, deve-se elaborar a descrição do produto a ser desenvolvido, juntamente com suas especificações ou requisitos de projeto através das técnicas e ferramentas citadas no capítulo VI (passo 2).

Alguns dos dados que devem estar presentes nesta descrição são:

Para o componente:

- Função total do componente;
- Função das partes adjacentes ao componente;
- Relacionamento entre o componente e as partes adjacentes;
- Restrições quanto a geometria;
- Problemas atuais no produto;
- Posicionamento do produto em relação a máquinas;
- Vida estimada para o produto;
- Aspectos estéticos desejáveis;
- Propriedades necessárias;
- Características de normalização;
- Limitações do usuário utilização de produtos similares;
- Tempo diário do uso do produto;
- Temperaturas máxima e mínimas de operação;
- Possibilidade de exposição à água e à umidade;
- Características de operações;
- Tolerâncias críticas;
- Limitações espaciais;
- Carregamentos estáticos e dinâmicos;
- Tempo de vida útil;
- Requisitos especiais:
 1. Especificação de procedimentos para testes;
 2. Especificação de requisitos de inflamabilidade;
 3. Especificação de propriedades elétricas;
 4. Normalizações especiais para o tipo de produto;
- Requisitos de impacto e vibrações:
 1. Massa das partes internas ao componente;
 2. Características de montagem destas partes internas;
 3. Cargas de impacto: altura máxima de queda e energia de impacto;
 4. Entrada de vibrações: amplitude de deslocamento, velocidade de operação, aceleração e frequência;

Para o molde de injeção:

- Vida estimada do molde;
- Material do molde;
- Ciclo de moldagem;
- Força de fechamento do molde;
- Abertura do molde (possibilidade de extração dos moldados);
- Alimentação do molde;
- Resfriamento do molde;
- Quantidade e disposição das cavidades;
- Máquina a ser empregada (arranjo para a fixação do molde, curso de abertura);
- Resistência da ferramenta;
- Flexibilidade de manutenção (facilidade de desmontagem e remontagem do molde).

Forma-se, assim, a carta do projeto contendo:

- Os alvos comerciais que o projeto deve alcançar;
- Alvos financeiros;
- Alvos tecnológicos;
- As especificações de projeto;
- Restrições; e
- Suposições.

Passo 3: Planejamento operacional

Do mesmo modo que no modelo consensual de projeto (Ferreira, 1997), analisando o processo de projeto proposto por Malloy (1994) é possível identificar as fases de projeto conceitual, preliminar e detalhado. Cada fase, compreende as seguintes etapas:

- **Projeto Conceitual**, compreende as etapas de desenvolvimento de um projeto conceitual do componente, seleção inicial de materiais para o componente, projeto do componente de acordo com as propriedades dos materiais e seleção final do material do componente;

- **Projeto Preliminar**, envolve estudos preliminares através de simulações e estimativas de custo;
- **Projeto Detalhado**, ocorre um estudo mais detalhado do projeto e a determinação do produto final.

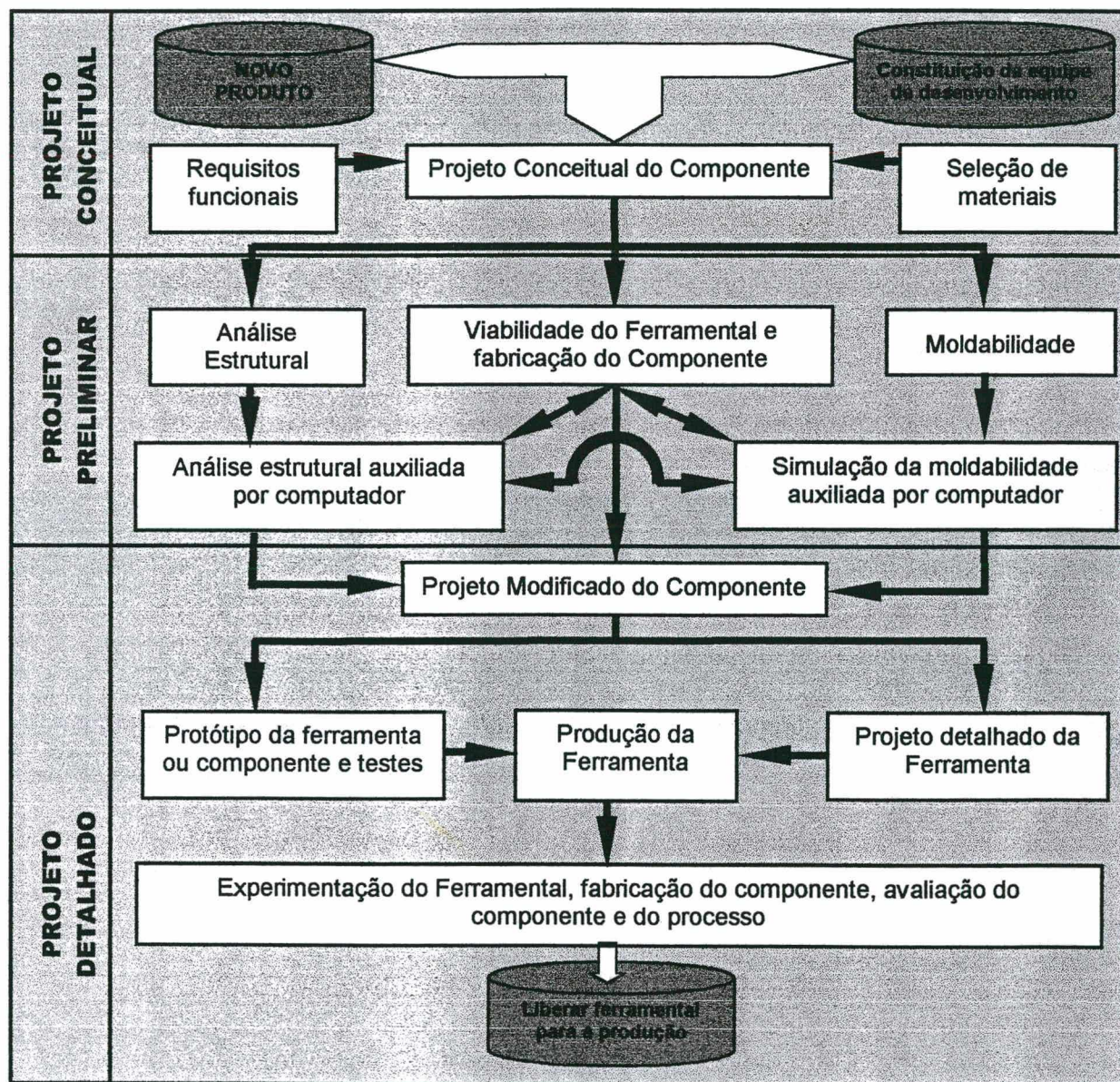


Figura 7.3 - Processo de projeto de componentes injetados proposto por Malloy (1994).

A seguir cada uma destas fases de projeto serão descritas detalhadamente. Com o apoio da estrutura de desmembramento de projeto, ilustrada pela figura 7.4,

pode-se identificar as atividades a serem executadas, as dependências entre elas, as durações de cada uma, os recursos necessários para sua execução e fazer a programação geral do projeto.

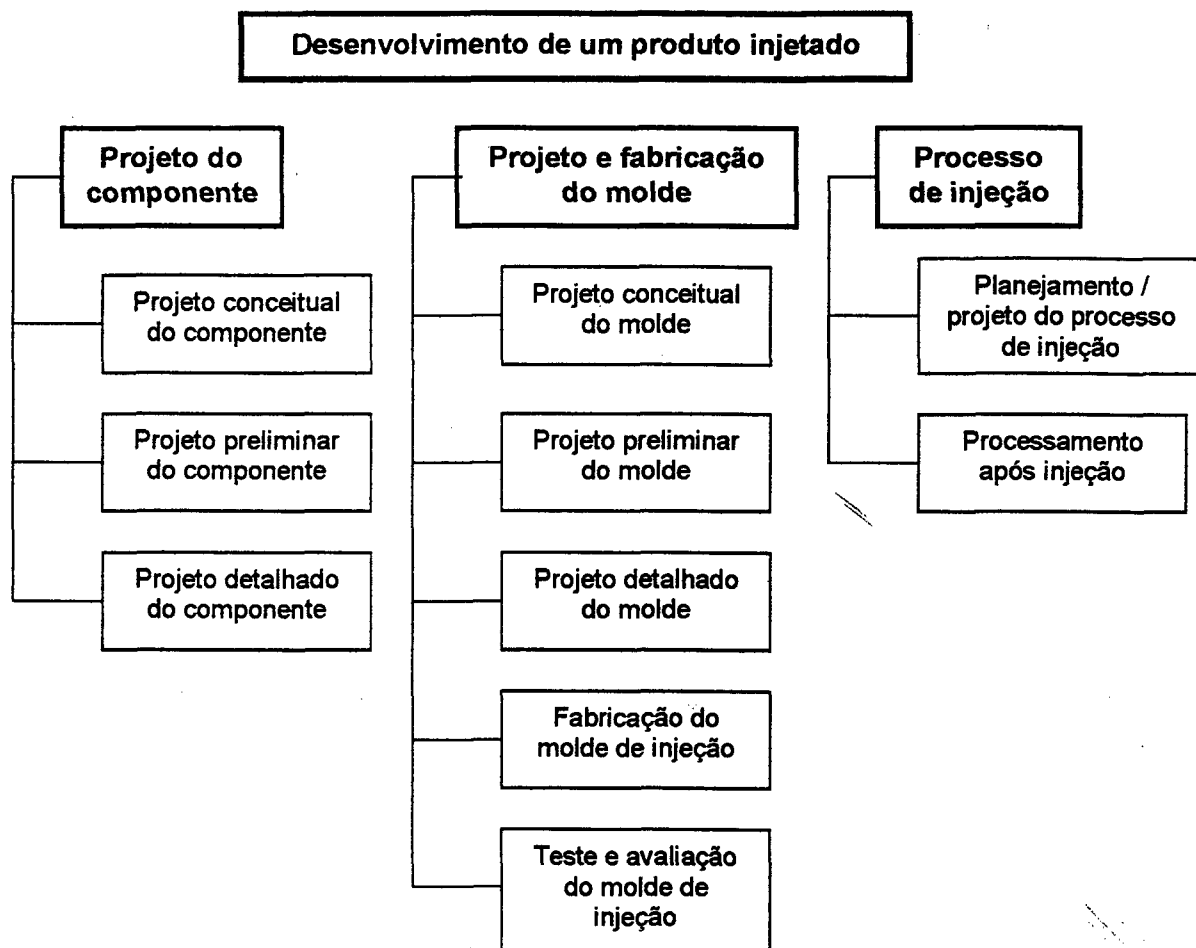


Figura 7.4 – Estrutura de desdobramento de projeto para o desenvolvimento de um produto injetado.

Tarefa 1: Determinação das atividades

A determinação das atividades a serem executadas durante o desenvolvimento do produto é realizada pela decomposição da EDP em pequenas e gerenciáveis atividades definidas com suficiente detalhes para o seu cumprimento.

A decomposição envolve os seguintes passos:

1. Identificação dos elementos principais do projeto. Em geral, os principais elementos serão as saídas de cada fase do projeto, isto é, o que se deve ter para que se possa executar a próxima fase do processo de desenvolvimento; e
2. Verificação dos elementos constituintes da saída, ou seja, os resultados. Estes elementos devem se descritos em termos tangíveis de resultados verificáveis de modo a facilitar a medição da performance da execução.

A partir destes passos tem-se dados suficientes para se definir quais as atividades que serão necessárias para a concretização dos elementos constituintes da EDP.

As tabelas 7.1 à 7.10 apresentam as atividades desdobradas de cada fase da EDP com suas respectivas descrições, as quais devem ser executadas para que se cumpra os objetivos estabelecidos na carta de projeto.

Tarefa 2: Seqüenciamento das atividades

Uma ferramenta prática para representação e análise de dependências entre atividades é a matriz de estruturação de projetos (DSM – *Design Structure Matrix*). Esta representação foi originalmente desenvolvida por Steward (1981) para análise de descrições paramétricas de projetos e tem sido usada recentemente para o modelamento do desenvolvimento de projetos ao nível de atividades (Eppinger, 1995).

O apêndice A mostra a matriz de estruturação de projetos para o desenvolvimento de um produto injetado e descreve os procedimentos adotados para se chegar nas relações de interdependências entre as atividades estabelecidas na tarefa 1.

Outro método utilizado aqui é o do diagrama de precedências. Este se caracteriza pela construção de uma rede usando-se nós, representando as atividades e setas, mostrando as dependências (apêndice A). Este método inclui 4 tipos de relações possíveis de existência, uma para cada par de atividades:

- Acabar para começar (FS) – a segunda atividade só pode começar depois que a primeira acabar;
- Acabar para acabar (FF) – a segunda atividade só pode acabar depois que a primeira acabar;
- Começar para começar (SS) – a segunda atividade só pode começar depois que a primeira começar; e
- Começar para acabar (SF) – a segunda atividade só pode acabar depois que a primeira começar.

Pode-se, também, estabelecer defasagens positivas ou negativas para o começo das atividades, isto é, uma defasagem positiva “empurra” o começo de uma atividade. Por exemplo: se uma atividade tem dependência com uma outra do tipo “começar para começar” com defasagem de 5 dias, ela somente poderá começar após 5 dias depois que a primeira iniciar (SS+5d).

As tabelas 7.1 a 7.10 mostram os tipos de dependências e defasagens (lags) de tempo entre as atividades para um desenvolvimento de um produto injetado.

O apêndice B mostra o diagrama de precedências feito no software de planejamento e controle de projetos *MS Project*.

Tarefa 3: Estimativas de duração das atividades

Este tipo de análise está muito ligada ao tamanho e duração do projeto. Para projetos com duração acima de um ano deve-se escolher atividades de duração em semanas. Já um projeto com duração global de dois meses pode ser detalhado em atividades com duração em dias ou horas.

Outro fator importante ao se escolher o tamanho mínimo das atividades se refere ao tamanho da equipe que vai acompanhar a execução do projeto.

Finalmente, é sempre bom lembrar que as estimativas devem ser feitas com rigorismo. Na execução, cada pessoa poderá ser tentada a usar todo o tempo disponível. Pela Lei de Parkinson *apud* Prado (1984): "O trabalho se expande até preencher todo o tempo e o orçamento disponíveis".

As técnicas utilizadas para as estimativas de duração das atividades foram: a simulação e a analogia com outros projetos.

As tabelas 7.1 a 7.10 mostram uma sugestão de durações relativas ao tempo total do desenvolvimento para atividades num projeto genérico de um produto injetado. Deste modo, não ocorrendo imprevistos com mudanças nas especificações de projeto, dependendo da complexidade do produto, do projeto, dos recursos disponíveis e do tempo total para o desenvolvimento do produto, pode-se usar a sugestão apresentada para se estabelecer a duração de cada atividade para um projeto real.

Tarefa 4: Estimativas de recursos

Dentre as diversas técnicas disponíveis, a que fornece melhores resultados em problemas reais de alocação de recursos é a simulação. Por este processo, simula-se a execução das atividades no tempo e vai-se alocando os recursos (caso disponíveis) ou atrasando a execução das atividades para as quais não existem os recursos requeridos, usando-se as folgas das respectivas atividades. Finalmente, acrescenta-se que a técnica apresentada (simulação) nada mais é que uma técnica heurística para solucionar um problema de natureza combinatória, utilizando-se o conhecimento de especialistas para se julgar qual e em que momento serão necessários recursos.

As tabelas 7.1 a 7.10 mostram as necessidades de recursos para cada atividade do desenvolvimento de um produto injetado.

Tarefa 5: Programação do projeto

A programação significa a determinação das datas de começo e fim para as atividades de projeto, bem como o estabelecimento dos seus custos de execução. A partir disso, pode-se simular várias situações reais de projeto e estabelecer qual estratégia deve ser adotada (limitação por recursos ou limitada por tempo).

Tabela 7.1 – Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto conceitual do componente.

Fase 1.1: Projeto conceitual do componente				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de produto.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
1	Determinação dos requisitos/ especificações de projeto do produto		2d	# Matriz do método do QFD; e # Banco de dados de requisitos típicos.
2	Desenvolvimento do modelo ou estrutura funcional do produto	1	1d	# Banco de dados de funções típicas destes produtos.
3	Seleção preliminar de uma classe de materiais	2	1d	# Banco de dados sobre materiais; # informações sobre a capacidade dos correspondentes processos de fabricação.
4	Matriz morfológica	3	1d	# Recursos computacionais para representar diferentes leiautes dos princípios de solução.
5	Princípios de solução alternativos	4	2d	# Base de conhecimento informatizada, consistindo de um conjunto de funções típicas e correspondentes princípios de solução.
6	Seleção da melhor concepção	5	1d	# Metodologia de seleção da concepção adequada.
7	Revisão sistemática do projeto conceitual	6	1d	# Procedimento sistematizado de revisão com listas de verificação.

Tabela 7.2 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto preliminar do componente.

Fase 1.2: Projeto preliminar do componente				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de produto.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
8	Modelagem geométrica computacional aproximada do produto	6	10d	# Sistemas computacionais de modelamento geométrico tais como: ProEngineer, ProFEA, ProMesh e SolidWorks.
9	Simulação do comportamento estrutural do componente c/ alternativas de materiais	8FF+6d	10d	# Sistema de análise por elementos finitos tais como: ANSYS e NASTRAN. Dependendo dos fatores de integridade estrutural.
10	Simulação do processo de injeção c/ alternativas de materiais e parâmetros do processo	8FF+6d	10d	# Softwares de simulação: Moldflow, C-Mold e Strin for plastics; # Propriedades reológicas e termofísicas do material de injeção; e # Conhecimento de mecânica dos fluidos, transferência de calor e CFD aplicadas ao processo.
11	Simulação do processo de remoção do ligante, considerando alternativas de materiais	8FF+6d	10d	# Base de dados de propriedades químicas e termofísicas dos materiais usados; e # softwares de simulação.
12	Simulação do processo de sinterização do componente, considerando alternativas de materiais de injeção	8FF+6d	10d	# Banco de dados de propriedades de materiais empregados para injeção.
13	Elaboração do modelo físico por prototipagem rápida	8FF+6d	10d	# Modelamento geométrico; e # Máquina de prototipagem rápida.
14	Estimativa de custo considerando altern. de mat. do compon. e do projeto conceituai do molde	2; 9FF; 10FF; 11FF; 12FF e 13FF.	10d	# Modelos paramétricos de estimativas de custos de componentes e moldes de injeção; e # parâmetros básicos do processo de injeção e de processamento após injeção.
15	Revisão e otimização do projeto preliminar do componente	9; 10; 11; 12; 13 e 14.	3d	# Metodologia de revisão do projeto e sistemática de introdução e controle de informações (Passo 5).

Tabela 7.3 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto detalhado do componente.

Fase 1.3: Projeto detalhado do componente				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de produto.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
16	Modelagem geométrica computacional detalhada do componente	8SS+6d	10d	# Idem atividade 8.
17	Análise detalhada dos fatores de integridade estrutural do componente	9SS+6d e 16FF+6d.	10d	# Idem atividade 9.
18	Análise detalhada do processo de injeção	10SS+6d e 16FF+6d.	10d	# Idem atividade 10.
19	Análise detalhada do processo de remoção de ligantes	11SS+6d e 16FF+6d.	10d	# Idem atividade 11.
20	Análise detalhada do processo de sinterização	12SS+6d e 16FF+6d.	10d	# Idem atividade 12.
21	Elaboração do modelo físico final por prototipagem rápida	13SS+6d e 16FF+6d.	10d	# Idem atividade 13.
22	Estimativa do custo de produção do componente	14SS+6d	10d	# Idem atividade 14.
23	Revisão e aprovação do projeto detalhado do componente	17; 18; 19; 20; 21 e 22	3d	# Idem atividade 15.

Tabela 7.4 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto conceitual do molde.

Fase 2.1: Projeto conceitual do molde				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de projeto de moldes.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
24	Determinação das necessidades dos usuários do molde de injeção		4d	# Banco de dados sobre as necessidades típicas de usuários de molde.
25	Determinação dos requisitos/ especificações de projeto do molde	24	4d	# Método do QFD, implementado computacionalmente com um banco de dados de requisitos típicos de projeto de molde.
26	Estrutura funcional do molde	6	4d	# Banco de dados de funções típicas de moldes de injeção.
27	Matriz morfológica	26; 9SS; 10SS; 11SS; 12SS; e 13SS.	5d	# Bancos de princípios de solução alternativos para funções do molde.
28	Estruturas alternativas de princípios de solução	27	4d	# Recursos computacionais para representar diferentes leiautes das estruturas alternativas de princípios de solução (esquemas gráficos).
29	Seleção da melhor solução	15; 28	2d	# Metodologia de valoração e seleção de concepções de moldes de injeção. Com um banco de dados típicos de seleção de moldes.
30	Revisão do P. C. do molde	29	2d	# Procedimento, com base numa lista típica de questionamentos a considerar na revisão sistemática do projeto conceitual de moldes (Passo 5).

Tabela 7.5 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto preliminar do molde.

Fase 2.2: Projeto preliminar do molde				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de projeto de moldes.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
31	Seleção da máquina injetora	10	3d	# banco de dados de máquinas injetoras; e # programas para selecionar máquinas injetoras a partir de características do componente a ser injetado.
32	Modelagem geométrica computacional do molde (cavidades e canais)	16	12d	# Sistemas computacionais CAD.
33	Dimensionamento das placas porta-cavidades e da bucha de injeção	32SS+5d	12d	# Sistemas computacionais tais como: ProEngineer, ProFEA, ProMesh e SolidWorks.
34	Projeto preliminar do sistema de refrigeração	32SS+5d	12d	# Idem atividade 33. Moldflow
35	Projeto preliminar do sistema de extração do moldado	32SS+5d	12d	# Idem atividade 33.
36	Revisão do projeto preliminar do molde	31; 32; 33; 34 e 35.	4d	# Metodologia de revisão de projeto e sistemática de introdução e controle de modificações. (Passo 5)

Tabela 7.6 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades do projeto detalhado do molde.

Fase 2.3: Projeto detalhado do molde				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de engenharia de projeto de moldes.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
37	Modelagem geométrica computacional do molde	32SS+8d	20d	# Idem atividade
38	Análise detalhada dos fatores de integridade do ferramental de injeção	32SS+5d	20d	# Idem atividade
39	Análise detalhada do sistema de refrigeração	34SS+5d	20d	# Idem atividade
40	Planejamento e desenhos de montagem do ferramental de injeção	37SS; 38SS; e 39SS.	20d	# Sistemas computacionais CAD e procedimentos de montagem.
41	Revisão, introdução de modificações (se necessárias) e aprovação do projeto detalhado	37; 38; 39 e 40.	3d	# Metodologia de revisão de projeto e sistemática de introdução e controle de modificações. (Passo 5)

Tabela 7.7 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades da fabricação do molde.

Fase 2.4: Fabricação do molde de injeção				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de fabricação de moldes.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
42	Planejamento do processo de fabricação do ferramental de injeção	37SS+5d; 38SS+5d; 39SS+5d e 40SS+5d.	25d	# Sistemas computacionais CAD/CAM.
43	Seleção dos equipamentos para fabricação das peças	40; 41 e 42SS.	10d	# Banco de dados de equipamentos para fabricação das partes do molde
44	Elaboração dos programas NC p/ fabricação das partes do molde em sistemas CAM	40; 41; 42 e 44FF.	3d	# Sistemas computacionais para programação NC.
45	Fabricação das partes do molde em máquinas convencionais e em máquinas CNC	44	3d	# Equipamento de fabricação de moldes.
46	Ajustagem, montagem e acabamentos do molde	41 e 45.	5d	# Dados técnicos sobre a montagem e ajustagem do molde.

Tabela 7.8 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades de testes e avaliações de desempenho do molde.

Fase 2.5: Teste e avaliação de desempenho do molde na injetora				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de qualidade de moldes.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
47	Montagem do molde na máquina injetora	46	2d	# Equipamento de injeção; e # plano de montagem do molde.
48	Teste e avaliação sistemática do funcionamento do molde	47	3d	# Especificações de projeto do molde; e # Dados técnicos do projeto detalhado do molde.
49	Revisão, introdução de modificações no molde	48	5d	# Metodologia de revisão de projeto e sistemática de introdução e controle de modificações (Passo 5).

Tabela 7.9 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades planejamento / projeto do processo de injeção.

Fase 3.1: Planejamento / projeto do processo de injeção				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de processo de injeção.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
50	Seleção dos componentes da mistura	3 e 23.	40d	# Metodologia de valoração e seleção de componentes da mistura. Com um banco de dados típicos de componentes de mistura.
51	Determinação dos parâmetros do processo de mistura	7 e 10.	20d	# Dados sobre a seleção de materiais e atividades 18,19 e 20.
52	Granulação da mistura	51	6d	# Dados da atividade 51.
53	Determinação dos parâmetros do processo de injeção	18 e 43.	52d	# Dados da atividade 18.
54	Set-up da máquina injetora	53	2d	# Dados da atividade 53.
55	Injeção da mistura	54	2d	# Mistura; e # equipamento de injeção.

Tabela 7.10 - Descrição, dependências, duração e recursos das atividades de processamento após injeção.

Fase 3.2: Processamento após injeção				
Responsabilidade: Equipe central; Líder: Gerente de processo de injeção.				
Atividade	Descrição	Depend.	Dur.	Recursos
56	Rebarbação dos componentes	55	1d	# Ferramental para rebarbação.
57	Determinação dos parâmetros do processo de extração de ligantes	19	10d	# Dados da atividade 19.
58	Set-up do processo de extração de ligantes	57	2d	# Dados da atividade 57.
59	Extração de ligantes	56 e 58.	2d	# Dados sobre o método de extração de ligantes definido pela atividade 19.
60	Determinação dos parâmetros do processo de sinterização	20	10d	# Dados da atividade 20.
61	Set-up do processo de sinterização	60	2d	# Dados da atividade 60.
62	Sinterização do componente	59 e 61.	1d	# Dados da atividade 60.

O anexo B ilustra uma programação feita no software MS-Project, contendo o gráfico de Gantt, o diagrama de precedências, tabelas de recursos e os custos de projeto.

Passo 4: gerenciamento da qualidade do projeto

O cliente e os fornecedores devem estabelecer o nível de qualidade esperada para o componente fabricado. Isto significa o estabelecimento de quais técnicas e padrões, testes, equipamentos de inspeção, entre outros, serão usados para julgar e aceitar esta qualidade.

O gerenciamento da qualidade deve objetivar ambos processos: o do projeto e do orientado ao produto. Falhas no encontro dos requisitos de qualidade pode causar sérias e negativas conseqüências para quaisquer dos envolvidos no projeto do produto, por exemplo:

- encontro dos requisitos pelo excesso de trabalho para reverter a situação; e
- encontro dos objetivos de programação do projeto pela pressa nas inspeções de qualidade planejadas, pode produzir conseqüências negativas quando erros não são detectados no tempo adequado.

A equipe central do projeto deve também estar ciente que um moderno gerenciamento da qualidade complementa um moderno gerenciamento do projeto. Ambas disciplinas reconhecem a importância da:

- Satisfação dos consumidores – entender, gerenciar e influenciar nas necessidades para que as expectativas do cliente sejam satisfeitas e até mesmo excedidas. Isto requer uma combinação de conformidade com as especificações (comprometimento inicial) e competência no mercado (satisfação das necessidades reais);

- Prevenção em vez de inspeção – o custo de se evitar erros é sempre menor que o de corrigi-los;
- Responsabilidade gerencial – o sucesso requer a participação de todos os membros da equipe e também do comprometimento em prover os recursos necessários;

Técnicas e ferramentas:

Muitos métodos podem ser usados para colher informações para melhoramentos e programas de resolução de problemas. Um deles é o envolvimento dos membros da equipe.

Muitas técnicas são empregadas antes ou durante o desenvolvimento do produto e de sua fabricação com os objetivos de melhorar métodos de trabalho e assegurar a qualidade do produto.

As quatro principais técnicas, mais comumente utilizados, são: Círculo da Qualidade, Defeito Zero, Ishakawa (Diagrama Espinha de Peixe) e o Controle Estatístico de Processo. O primeiro e o terceiro são os mais usados para a revisão e obtenção de informações para o DOE Taguchi (Design of Experiments).

O projeto para experimentos de Taguchi *apud* Gordon (1993) é um método que através de experimentos de testes estabelecidos, as principais variáveis da qualidade do produto são analisadas para fornecer sugestões de quais ajustes podem ser feitos precocemente, ou seja, durante o desenvolvimento do componente, na seleção do material, no projeto e fabricação do molde e do processamento para apoiar os objetivos da qualidade requerida para o produto.

Passo 5: Mecanismos de controle das tarefas

De acordo com a programação realizada anteriormente, a cada fase de projeto é previsto uma atividade de revisão e introdução de modificações. Fica assim

definida a periodicidade em que devem ocorrer as análises mais profundas do plano de projeto.

O controle do processo pode ser exercido através do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), onde o planejamento é realizado primeiramente (passo 3), a execução com a realização das atividades, a verificação ocorre no final da execução e a ação posteriormente. Deste modo, este método de controle deve ser exercido durante toda a sistemática de gerenciamento do processo de desenvolvimento, desde o planejamento até o cumprimento das atividades.

Para isso, deve ser estabelecidos itens de controle, os quais se confundem com os objetivos fixados no escopo do projeto. Além disso, devem que ser controlados:

- Os tempos de duração de cada atividade (verificação do cronograma);
- Custos envolvidos no projeto (verificação das estimativas de custos);
- Mudanças de natureza indefinidas que poderão ocorrer;
- A qualidade do projeto; e
- A performance dos membros da equipe.

Passo 6: Finalização

Este passo representa um marco (*milestone*) e seu propósito é o de somente oficializar o sucesso ou a falha de uma fase ou de todo o desenvolvimento do produto.

As informações para a tomada de decisão são advindas do passo 5, e são passadas ao CAP.

Este passo também reflete a necessidade do comprometimento da alta gerência pela responsabilidade durante o decorrer do processo sobre os resultados alcançados pela equipe central.

7.4) Considerações finais

De um modo geral, o desenvolvimento deste exemplo mostrou que a sistemática proposta agrega informações ao projeto, possibilitando um maior entendimento da tarefa de desenvolvimento de produtos injetados.

Como pode-se constatar, o ramo de produtos injetados possui características muito próprias, o que traz dificuldades a mais na implantação de um sistema integrado de gerenciamento do processo de desenvolvimento, pois são necessários planejamentos estratégicos e uma estruturação de equipes que incluam requisitos de três diferentes tipos de empresas: a que projeta o componente, a que projeta o molde e a que desenvolve o processo de injeção.

O passo 2, envolvendo o escopo do projeto, revela-se muito importante, pois o desenvolvimento de produtos injetados, normalmente, é fruto de terceirização por parte de uma empresa que detém uma idéia de um produto para o mercado. Assim, este passo deve ser realizado de uma maneira bastante abrangente, onde se tem as especificações do negócio e do projeto compondo uma carta que guiará todo o desenvolvimento do produto. Qualquer erro no estabelecimento desses requisitos ou mesmo alterações posteriores destes podem causar atrasos na execução das atividades ou o aumento dos custos do projeto e do produto.

O planejamento operacional do projeto ajuda a empresa e os responsáveis pelo desenvolvimento do produto a entender melhor o processo de desenvolvimento e capacita o desenvolvimento da engenharia simultânea, pois sem um planejamento prévio, as condições para execução das estratégias recomendadas no capítulo IV, ou seja, a paralelização, a padronização e a integração, ficam reduzidas ou impossibilitadas de serem implantadas.

Deve haver, ainda durante a fase de planejamento do processo de desenvolvimento, a preocupação com a qualidade do produto. Para isso, as ferramentas recomendadas pelo passo 4 são de extrema importância para o aumento de competitividade do produto no mercado.

Um entendimento melhor de como estão compostas as interfaces organizacionais, técnicas e interpessoais do processo de desenvolvimento gera uma

melhor comunicação durante o projeto. A distribuição de responsabilidade e papéis dos agentes responsáveis pelo desenvolvimento do produto é importante para o estabelecimento de um plano de gerenciamento de pessoal, avaliações de performance e melhoramento desta.

A execução do projeto deve ser feita o mais próximo possível do planejado, porém o grau de incerteza pode se tornar grande se não existir um procedimento para o controle do plano de execução do projeto. Por isso, um sistema de suporte à decisão, ou seja, um plano de revisão do projeto deve ser implantado para que haja um controle efetivo do processo de desenvolvimento.

Assim, a sistemática proposta se mostra consistente para um efetivo gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos, tendo como o último passo a finalização do projeto que deve ser realizada de modo criterioso, pois devem ser analisados neste passo se os objetivos, estabelecidos no escopo do projeto, foram alcançados ou não para o encerramento do desenvolvimento ou de uma fase qualquer.

Capítulo VIII

Conclusões e recomendações

Deve-se ressaltar, ao final desta dissertação, a importância do gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos na implementação de metodologias de projeto integradas, de conceitos como o da engenharia simultânea e de técnicas e ferramentas descritas ao longo deste trabalho.

Deste modo, foi traçado o objetivo geral e principal que consiste na tarefa de repensar, de modo a agregar subsídios administrativos, o processo de desenvolvimento de produtos no intuito de torná-lo integrado e gerenciável, ou seja, um processo de excelência, caracterizando-se por uma sólida integração através de um eficiente gerenciamento de todas as atividades pertinentes ao desenvolvimento, como também, pela interligação entre os planejamentos estratégico, táticos e operacionais, direcionando toda a empresa para um mesmo objetivo, ou seja, o sucesso negocial.

Para tanto, alguns objetivos específicos teriam que, necessariamente, ser cumpridos, os quais estão contidos nos capítulos II, III, IV e V.

No capítulo II, mostra-se a necessidade da interação entre as áreas de projeto, produção e vendas dentro do processo de desenvolvimento de produto. O capítulo III aborda os conceitos fundamentais da administração, formando-se, assim, estes dois capítulos, a base para a sistemática de gerenciamento. Já os capítulos IV e V, constituem-se de conceitos de apoio à sua implementação. O primeiro abordando aspectos da engenharia simultânea e o segundo indicando vários modelos de estruturas para se alcançar uma efetiva integração de todo o processo. Estes capítulos de revisão dão subsídios para a formação de um sistema gerencial baseado no melhoramento contínuo do processo de desenvolvimento.

Após a apresentação destas várias áreas do conhecimento, teve-se condições de confeccionar uma sistemática (capítulo VI) que fosse de encontro ao objetivo principal e geral desta dissertação e que, sem dúvida agregou conhecimentos à área de projeto, principalmente no que se refere ao seu planejamento estratégico, tático e operacional, áreas pouco exploradas.

As conclusões tiradas ao final do trabalho sobre a sistemática são:

- Capacita o processo a se tornar uma fonte para a competitividade;
- Possibilita o contínuo aperfeiçoamento do ambiente de desenvolvimento pelo uso de técnicas administrativas contingenciais;
- Apresenta um grau de flexibilidade adequado, pois não apresenta rigidez quanto às mudanças que por ventura ocorram durante ou após o desenvolvimento de um produto;
- Enfoca o processo e o produto através da integração entre ferramentas de planejamento e controle de projetos e ferramentas de apoio ao desenvolvimento do produto;
- Padroniza o processo de gerenciamento, dando condições para melhores avaliações de performance;
- Induz a introdução de requisitos sobre o desenvolvimento de produtos no planejamento estratégico da empresa;
- Capacita o desenvolvimento de produtos multilocalizados pela estrutura organizacional por equipes de projeto e pela formação de um Comitê de Aprovação de Produtos;
- Envolve toda a empresa, desde o nível da alta gerência até o nível operacional definindo responsabilidades e comprometerimentos;
- Possibilita a implementação da engenharia simultânea pela análise e flexibilização da programação na realização do plano de projeto;
- Capacita o planejamento e controle de custos de projeto pela realização de uma estimativa e acompanhamento do uso de recursos por atividades.

Entre algumas conclusões genéricas percebidas ao final do trabalho estão:

- A implementação dos conceitos apresentados nesta dissertação deve ser realizada aos poucos até que se chegue a uma estruturação eficiente, sendo seu desenvolvimento contínuo;
- Dois pontos do conteúdo do trabalho que se destacaram foram o planejamento e a organização do ambiente de desenvolvimento de produtos. Já o controle do processo pode ser melhor discutido a partir do momento que sejam aplicados os conceitos contidos no trabalho e se tenha dados mais reais sobre o processo;
- As justificativas para o trabalho apresentadas no capítulo I são sustentadas pela literatura de 1992, isto não invalida o propósito da dissertação, pois o estudo apresentado é abrangente, com dados de indústrias americanas. Portanto, se tratando de nossa indústria, há muito que se fazer ainda, pois de acordo com Brasil (1997), os procedimentos adotados por estas, em sua maioria, não acompanharam a evolução tecnológica no que se diz respeito à complexidade dos produtos atuais. Sendo assim, estas se encaixam, ainda, no primeiro estágio de evolução segundo.
- Atualmente, com muitas empresas brasileiras buscando a certificação da ISO 9000, fica facilitada a aplicação dos propósitos citados aqui, acelerando a evolução destas;

Ainda, como recomendações para trabalhos futuros pode-se citar:

- Estudo e proposição de um sistema especialista para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos, envolvendo a integração entre as ferramentas de planejamento e controle de processos já existentes e as técnicas e ferramentas de apoio ao projeto de produtos, também existentes, na formação de um ambiente computacional que envolvesse

um banco de dados especialista para a prática de desenvolvimento de produtos;

- Um projeto piloto em uma indústria, abordando o conteúdo das dissertações realizadas no laboratório, poderia ser realizado, podendo trazer dados interessantes para novos trabalhos na área de desenvolvimento de produtos dentro do NeDIP;
- Um estudo sobre o uso de ferramentas de planejamento da qualidade durante o desenvolvimento de produtos, especialmente durante as fases iniciais, tais como: FMEA e Planejamento de Experimentos (DOE);
- Um estudo sobre a problemática de alocação de recursos num ambiente de engenharia simultânea;
- Um estudo e proposição sobre um processo de revisão de fases, ou seja, como fazer um controle efetivo do processo de desenvolvimento de produtos;
- Estudo de um banco de dados gerenciais sobre o desenvolvimento de produtos.

A área de projetos continua muito promissora, principalmente no Brasil, pois com o advento da informatização das ferramentas de auxílio ao processo de projeto, muito conhecimento vai ser gerado, já que a realimentação de informações não dependerá somente da memória dos projetistas e das pessoas ligadas ao projeto, e sim, da capacidade dos programas, cada vez mais desenvolvidos, de armazenarem e disponibilizarem dados relevantes ao desenvolvimento de um novo produto.

Glossário

- CAD (computer aided design)** – Projeto apoiado por computador.
- CAE (computer aided engineering)** – Engenharia apoiada por computador.
- CAM (computer aided manufacture)** – Fabricação apoiada por computador.
- CASE (computer aided software engineering)** – Engenharia de simulação apoiada por computador.
- CIM (computer integrated manufacture)** – Fabricação integrada por computador.
- CONSENS (concurrent simultaneous engineering system)** – Sistema de engenharia simultaneo-concorrente.
- CPM (critical path method)** – Método do caminho crítico.
- DFA (design for assembly)** – Projeto para montagem.
- DFC (design for cost)** – Projeto para custo.
- DFE (design for environment)** – Projeto para o meio-ambiente.
- DFM (design for manufacture)** – Projeto para fabricação.
- DFX (design for X)** – Generalização de todas as metodologias de projeto específicas para uma área qualquer.
- DOE (design of experiments)** – Planejamento de experimentos.
- DSM (design structure matrix)** – Matriz de estruturação de projetos.
- EDO** - Estrutura de desdobramento de organização.
- EDP** - Estrutura de desdobramento de projeto.
- FMEA (failure mode effect analysis)** – Análise de efeito e modo de falha.
- FF (finish to finish)** – Acabar para acabar.
- FS (finish to start)** – Acabar para começar.
- GERT (graphical evaluation and review technique)** – Técnica de avaliação e revisão de gráficos.
- NC (numerical command)** – Comando numérico.
- PAC (Product approval comitee)** – Comitê de aprovação de produtos.
- PACE (product and cycle-time excellence)** – Excelência no ciclo de vida e no produto.
- PDCA (Plan, Do, Control and Action)** – Planejar, fazer, controlar e agir.
- PERT (Program evaluation and review technique)** – Técnica de revisão e avaliação de programas.

QFD (*Quality function deployment*) – Desdobramento da função qualidade.

SF (*Start to finish*) – Começar para acabar.

SS (*start to start*) – Começar para começar.

Referências bibliográficas:

1. AMORIN, F.L. e FORCELLINI, F.A. **Projeto de Componentes Moldados por Injeção de Pós-Metálicos e Resinas Plásticas**. Tópicos Especiais em Projetos de Sistemas Mecânicos. Florianópolis. Dezembro. 1997.
2. ANDREASEN, M. Myrup. ***Integrated product development***. IFS Publications Ltd. 1987.
3. BACK, Nelson. **Apostila de projeto de produtos industriais**. Parte I - Projeto conceitual.
4. BEITER, K.A.; CARDINAL, J.M. e ISHII, K. ***Design for Injection Molding: Balancing Mechanical Requirements, Manufacturing Costs and Material Selection***. Proceedings of the ASME Computer Integrated Design Conference. September. 1995.
5. BRASIL, Antônio D. **Conhecimento e uso de metodologias de desenvolvimento de produtos: uma pesquisa envolvendo 30 empresas situadas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). UFSC, 1997.
6. BULLINGER, H. -J. e WARSCHAT, J. ***Concurrent simultaneous engineering systems: the way to successful product development***. Springer-Verlag, London, 1996.
7. CARAVANTES, G. R. **Administração sistêmica por objetivos e resultados - ASPOR**. In: Planejamento organizacional, P. R. Motta e G. R. Caravantes. Porto Alegre: FDRH, 1979.
8. CHIAVENATTO, Idalberto. **Introdução à teoria da administração**. 3ª edição. São Paulo. 1993.

9. CHIN, K. e WONG, T.N. ***Developing a Knowledge-based Injection Mould Cost Estimation System by Decision Tables***. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 11:353-364. 1996.
10. CLARK, Kim B. et all. ***How to integrate work and deepen expertise***. Harvard business review, setembro-outubro, 1994, 121-130.
11. CLAUSING, Don. ***Total quality development: a step by step guide to world class concurrent engineering***. New York, ASME press, 1994.
12. DUFFY, A H. B., DUFFY, S. M. e ANDREASEN, M. M. ***Using design complexities in validating the design coordination framework***, In CIM AT WORK CONFERENCE, Aug., 1995, [s.l.]. Anais... [s.l.], 1995.
13. DUFFY, A H. B., DUFFY, S. M. *et al.* ***Team engineering within the context of product design development***. In RED SUBMISSION, Aug. 3, 1995. [s.l.]. Anais... [s.l.], 1995.
14. DUFFY, Alex H. B. ***Ensuring competitive advantage with design coordination***. Inst. for Engineering Design, Technical University of Denmark, 1995.
15. EPPINGER, S. D. ***Product design and development***. McGraw-Hill, Inc. 1995.
16. FERREIRA, C.V. ***Estimativa de Custos na Fase de Projeto Conceitual: Uma Metodologia para Seleção da Estrutura Funcional e da Alternativa de Solução***. Dissertação. EMC. UFSC. 1997.
17. FRENCH, M. J. ***Conceptual design for engineers***, Design Council, London 1985.
18. GORDON, Jr. e JOSEPH, M. ***Total Quality Control for Injection Molding***. Munich. Hanser Publisher. 1993.
19. GUPTA, Ashok K. e WILEMON, David L. ***Accelerating the development of technology based new products***. California management review, Winter, 1990. 24-44.

20. HUBKA, V. e EDER, W. E. *Engineering design* Heurista, 1992.
21. KATZENBACH, J. R. e SMITH, D. K. *The discipline of teams*. Harvard Business Review. Mar/abr, 1993.
22. MCGRATH, Michael E. *Product development: success through product and cycle-time excellence*. Michael E. McGrath, Michael T. Anthony, Amram Shapiro. 1992.
23. MEYER Jr, Victor. *Considerações sobre o planejamento estratégico na universidade*. In: Universidade: organização, planejamento e gestão. Florianópolis: UFSC/CPGA/NUPEAU, 1988.
24. MILLER, Landon C. G. *Concurrent engineering design: integrating the best practices for process improvement*. Society of manufacturing engineers, 1993.
25. MINTZBERG, Henry. *Crafting Strategy*. Harvard Business Review. Vol.65, n.4, jul/ago, 1987.
26. MOTTA, Paulo Roberto. *Gestão contemporânea: a ciência e a arte de ser dirigente*. Rio de Janeiro: Record, 1993.
27. PAHL G. e BEITZ, W. *Engineering design: a systematic approach*. 2ª ed, Springer-Verlag, London, 1995.
28. ROOZENBURG, N. F. M. e Eekels, J. *Product design: fundamentals and methods*. Wiley, Chichester, 1995.
29. SEBASTIAN, D.H. *Function Based Design for Injection Molding*. ANTEC. 1993.
30. STONER, James A F. *Administração*. 2ª edição. 1985
31. ULLMAN, D. G. *The mechanical design process*. MacGraw-Hill, Singapore, 1992.
32. VDI Guidelines 2221 *Systematic approach to the design of technical systems and products*, Beuth-Verlag, 1987.

APÊNDICE A

MATRIZ DE ESTRUTURAÇÃO DE PROJETOS

A.1) Definição

Uma ferramenta prática para representação e análise de dependências entre atividade usada recentemente para o modelamento do desenvolvimento de projetos ao nível de atividades.

A.2) Características da matriz

Em uma matriz de estruturação de projeto, uma atividade de projeto é designada para cada linha e uma correspondente coluna. As linhas e colunas são ordenadas identicamente, embora, geralmente, somente nas linhas são colocadas as descrições das atividades, o que não acontece na matriz da página anterior. Uma linha corresponde a uma atividade e uma dependência é anotada com uma marca indicando uma relação com outra atividade. Deste modo, lendo a matriz através de uma linha revela-se todas as atividades (coluna) cujas saídas são requeridas para o início da correspondente atividade desta linha. Lendo a coluna de cima para baixo, revela-se quais tarefas (linhas) recebem informações da atividade da correspondente coluna. Os elementos que estão na diagonal principal são normalmente preenchidos com pontos ou o respectivo número da atividade. Esta diagonal separa a matriz em dois triângulos.

Na matriz de estruturação de projetos é usual se fazer a listagem das atividades na ordem em que elas irão ser executadas. Na maioria dos casos, esta ordem irá corresponder a dependências seqüenciais, ou seja, pela chamada engenharia seqüencial. Note que se somente dependências seqüenciais estiverem contidas na matriz, então as marcas de dependência só apareceriam no triângulo inferior, nunca acima da diagonal principal. Esta marca acima da diagonal principal

tem um significado especial, indicando que uma tarefa localizada anteriormente é dependente de uma outra localizada a posteriori. Uma marca no triângulo superior pode significar que duas tarefas dependentes seqüencialmente são ordenadas para trás, em quaisquer dos casos, a ordem das tarefas pode ser trocada, eliminando a marca no triângulo superior. Entretanto, quando não há ordenação que elimine esta marca acima da diagonal principal, a marca revela que duas ou mais tarefas são acopladas ou mutualmente dependentes. A análise de mudanças na ordem das tarefas pode ser realizada por algoritmos simples.

Exemplo:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	X	2										
3	X	X	3									
4			X	4								
5	X	X	X		5							
6			X	X	X	6						
7	X	X	X			X	7	X	X			
8	X	X				X	X	8	X			
9				X			X	X	9			
10							X		X	10		
11								X			11	
12							X	X			X	12

- Atividades 2 e 3 são sequenciais;
- Atividades 4 e 5 são paralelas; e
- Atividades 7, 8 e 9 são acopladas ou mutualmente dependentes.

APÊNDICE B

GRÁFICO DE GANTT DA APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA

