

# CAPÍTULO II

## O PROCESSO DE PROJETO

### 2.1 - INTRODUÇÃO

Conforme já visto anteriormente, projetar produtos industriais requer esforço intelectual para defrontar-se com novas demandas. É uma atividade de engenharia que vai de encontro a quase toda a esfera da vida humana, conta com as descobertas tecnológicas e com as leis da ciência, e cria condições para a aplicação dessas leis na manufatura de produtos úteis.

O crescimento tecnológico e a complexidade que o acompanha tem implicado num maior volume de problemas técnicos a serem resolvidos e na necessidade de interação entre diferentes áreas do conhecimento. Também, a diversidade de conhecimentos exigidos para a atividade de projeto de produtos industriais, raramente é possível a um indivíduo dedicar-se sozinho ao projeto e desenvolvimento de um novo produto. Com frequência, é necessária uma equipe de pessoas de formação diferenciada para realizar essa atividade, o que introduz problemas de organização e de comunicação.

Além disso, as empresas, devido a alta competitividade do mercado, necessitam desenvolver produtos otimizando fatores como tempo, custo e qualidade. O tempo (reduzido) viabiliza uma disputa de mercado onde o ciclo de vida dos produtos é cada vez menor. O custo, no desenvolvimento e na oferta do produto, coloca em risco o empreendimento (viabilidade econômica) e a aceitação pelos clientes. Finalmente, a qualidade, num sentido mais amplo, engloba os fatores anteriores, entre outros, e tem sido, nos tempos atuais, determinante do sucesso de muitos empreendimentos. A baixa qualidade, no âmbito do consumidor, dificilmente será tolerada, e, além disso, provocará uma insatisfação que se propaga pelo mercado consumidor e, provavelmente, provocará o fracasso de um produto.

Então, para que o desenvolvimento de produtos se torne efetivo e eficiente, o processo de projeto precisa ser planejado cuidadosamente e executado sistematicamente. Portanto, é imprescindível a utilização de um **procedimento sistemático**, capaz de integrar e otimizar os diferentes aspectos envolvidos no projeto, se adequando a várias tecnologias e possibilitando a interação entre o pessoal envolvido, de modo que o processo todo seja lógico e compreensível.

O processo de projeto é um mapa que mostra como, a partir das necessidades de um objeto específico, chegar ao produto final. A partir das necessidades, diferentes caminhos irão levar a diferentes produtos que satisfazem as necessidades. Em outras palavras, existem diferentes soluções para qualquer problema de projeto. O conhecimento do projetista a respeito do processo de projeto e do domínio do problema, é que determina o caminho. Por exemplo, um engenheiro especialista em projeto de motores de combustão interna, chegará ao final do caminho com uma solução para o projeto de um motor de automóvel, diferente de um engenheiro cuja especialidade é o projeto de câmeras fotográficas. Da mesma forma, um engenheiro com efetivo conhecimento do processo de projeto, irá gerar um produto diferente daquele engenheiro que não possui este conhecimento.

Com um procedimento sistemático - associado à intuição, à experiência e à habilidade - tende-se a aumentar a capacidade de trabalho e também contribuir para o desenvolvimento das capacidades do pessoal envolvido.

O desenvolvimento sistemático de produtos possibilita também uma racionalização de recursos disponíveis tanto no setor de desenvolvimento, quanto no de construção. Um

proceder em passos e etapas definidas permite fixar um cronograma realístico. A delegação de tarefas se torna mais fácil quando estas estão inseridas num procedimento metodológico.

O objetivo do presente capítulo, é mostrar uma representação do processo de projeto de cunho geral, e as várias atividades que os compõem, de modo a possibilitar uma estruturação lógica quanto aos principais elementos e procedimentos que devem ser considerados no processo de projeto. Com isso, a equipe de projeto poderá escolher o melhor caminho para o desenvolvimento rápido e econômico de um produto de alta qualidade.

O projeto de um produto está embutido num processo mais abrangente chamado de ‘desenvolvimento do produto’. Este processo engloba o desenvolvimento do projeto de um novo produto de forma coerente com o planejamento para sua produção, distribuição, vendas utilização e descarte. Este processo pode ser visto na figura 2.1 e é composto de sete fases.

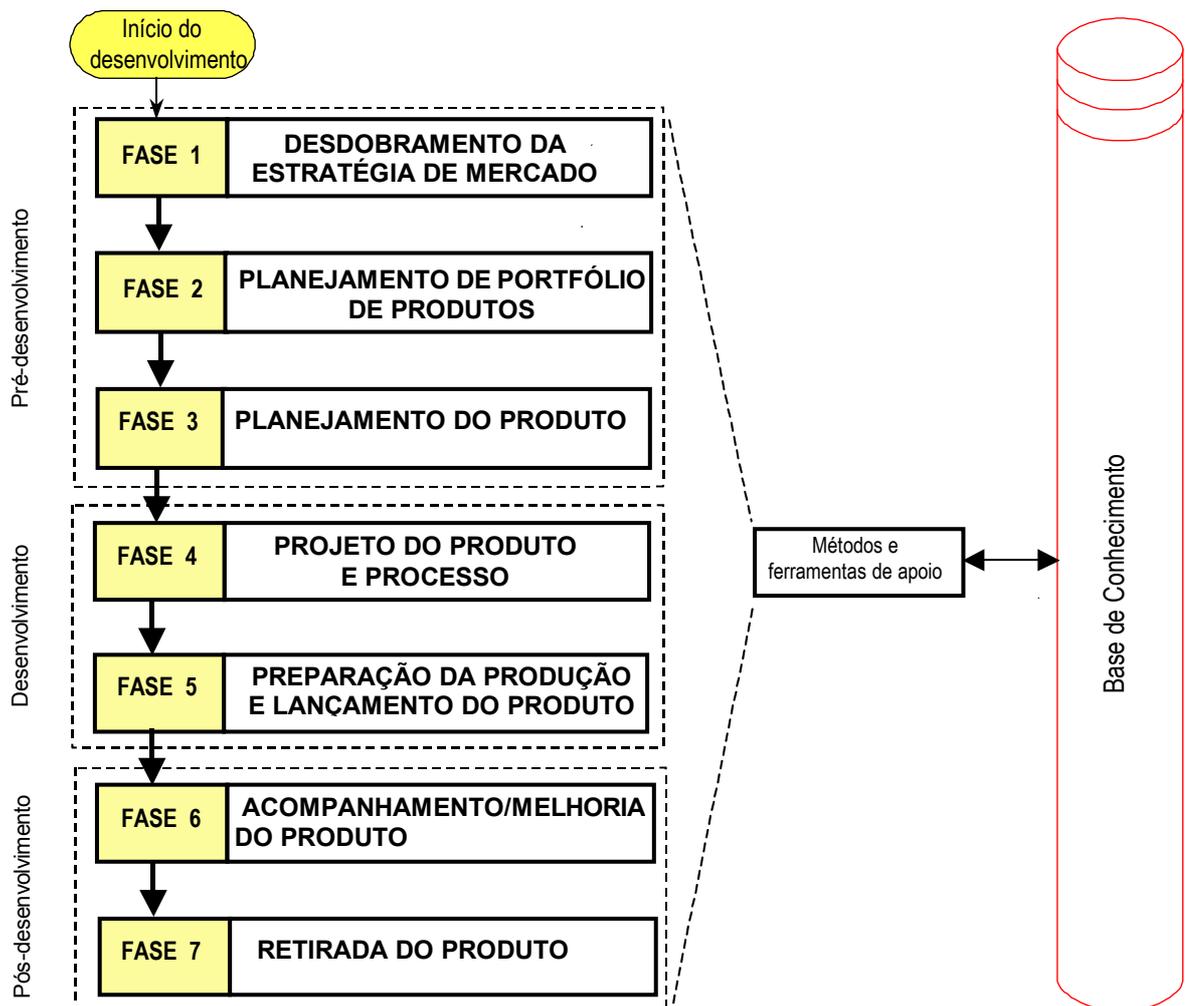


Fig. 2.1 - Fases do Desenvolvimento de Produtos

Uma necessidade para um produto, se real ou imaginária, deve existir. Ela pode ser de origem interna ou externa a empresa. As pressões externas para um novo produto podem ser devidas a: solicitação direta dos clientes/consumidores; obsolescência de um produto existente; disponibilidade de novas tecnologias e mudanças nas demandas de mercado.

Internamente a empresa, novas idéias de produtos podem ser originadas a partir de: novas descobertas e desenvolvimentos dentro da empresa e necessidade de um produto identificada pelo departamento de marketing.

## 2.2 – O PRÉ-DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

As primeiras fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos tratam do desenvolvimento e seleção de idéias para novos produtos. Uma abordagem sistemática para a definição do produto levará a um melhor atendimento das restrições de tempo e de custos. A figura 2.2 ilustra as primeiras fases do desenvolvimento do produto.

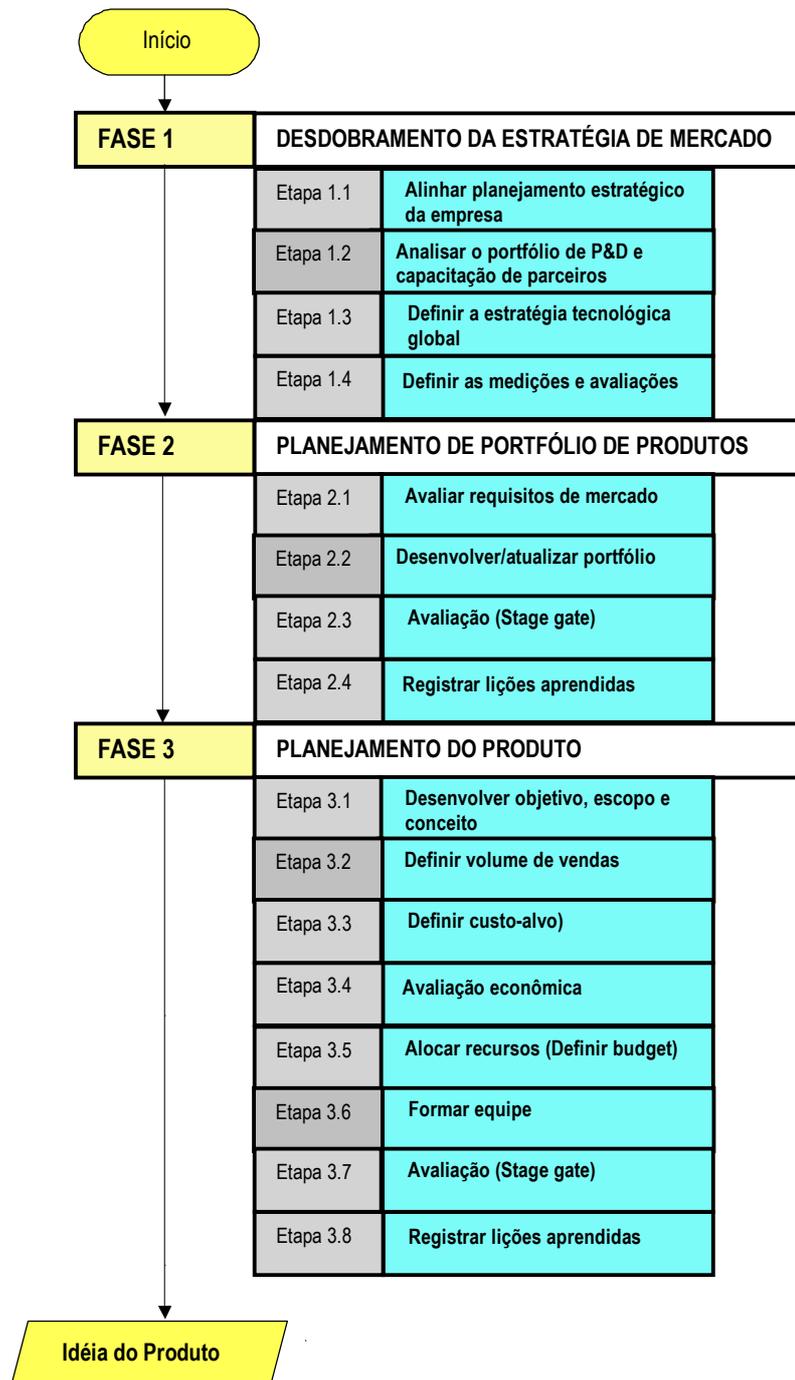


Fig. 2.2 – As fases iniciais do desenvolvimento de produtos.

Além da definição da idéia do produto, as principais atividades de planejamento de produto incluem a condução de análises econômicas e de custos, o estabelecimento do volume de vendas esperado e a definição dos prazos para a execução das tarefas, tais como projeto, construção de protótipos e linhas de produção.

As duas mais importantes entidades envolvidas na tomada de decisões para o desenvolvimento de um produto são a empresa e o mercado. Existem também fatores secundários, tais como leis, políticas econômicas e o estado da tecnologia. Especificamente, a empresa precisa definir seus objetivos e examinar suas capacidades. As capacidades de uma empresa estão no seu pessoal, suas facilidades e situação financeira.

O pessoal e as facilidades estão distribuídos entre vários tipos de atividades ou departamentos (projeto, produção, marketing, etc.) e em diferentes instalações. Uma avaliação dos recursos e objetivos irá auxiliar a empresa a focar sobre o tipo de produtos que irá desenvolver.

O mercado é sempre dinâmico. O tempo gasto no desenvolvimento do produto é muito crítico. Quanto maior o tempo para a introdução do produto, mais incerta ficará a previsão do mercado, sendo então maiores os riscos. Se forem gastos dois anos desde o início do desenvolvimento, até a introdução do produto no mercado, a análise de mercado deverá prever como será o mercado com dois anos de antecedência. Se o tempo de desenvolvimento for de um ano, o planejamento torna-se mais simples e menores serão os riscos envolvidos. A figura 2.2 ilustra a fase de definição do produto.

### 2.3 – PROJETO DO PRODUTO E PROCESSO

A Fase de Projeto do Produto e Processo inclui atividades que vão da geração das especificações de projeto para o produto, o desenvolvimento de idéias de como deveria parecer e como deveria operar, até a elaboração da documentação e desenhos completos, contendo as informações pelas quais o produto será produzido.

O projeto de engenharia é entendido de forma muito semelhante pelos autores que estudam metodologia de projeto. Segundo Back (1983), *o projeto de engenharia é uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente aquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura*. A abordagem sistemática da atividade de projeto, comum aos autores contemporâneos, pode ser percebida na própria definição de projeto apresentada por Roozenburg & Eekels (1995), que entendem o projeto de um produto como *um processo mental orientado, pelo qual problemas são analisados, objetivos são definidos e ajustados, propostas de solução são desenvolvidas e a qualidade dessas soluções são medidas*.

A abordagem sistemática do projeto de produtos de engenharia é amplamente empregada nas empresas que encontram-se inseridas com sucesso no competitivo mercado globalizado. Com essa abordagem, o produto é projetado numa evolução sistemática de modelos (Ferreira, 1997). Assim, um modelo mais detalhado e concreto substitui outro mais simples e abstrato, até a viabilização física do objeto projetado. Vários modelos de projeto foram criados a fim de aumentar a qualidade dos produtos, reduzir o seu custo e o tempo de desenvolvimento. No entanto, as diferenças entre eles são, na sua maioria, de origem terminológica (Roozenburg & Eekels, 1995). Esses autores distinguem três tipos de modelos de projeto: (a) ciclo empírico (observação-suposição-espectativa-teste-avaliação) ou solução de problemas; (b) modelo de fases e; (c) desenvolvimento concêntrico (trata o projeto como o

desenvolvimento de uma nova atividade empresarial). Os autores salientam que os três modelos não se opõem, mas se complementam.

O *modelo de fases* reúne os modelos de projeto preconizados, entre outros, por French, Pahl & Beitz, Hubka e VDI 2221. A semelhança entre esses modelos levou Ferreira (1997) e Ogliari (1999) a denominá-lo de *modelo consensual*. O *modelo consensual* pode ser expresso como composto de três etapas: projeto informacional, projeto conceitual, e projeto detalhado, conforme mostrado na figura 2.3. Pode se observar também, o fluxo de informação entre as etapas, assim como o resultado obtido em cada uma delas e alguns momentos de tomada de decisão.

Ao final de cada etapa há um ganho de informação sintetizado num modelo cada vez mais concreto de produto, que ao mesmo tempo em que alimenta a fase seguinte, melhora o entendimento da fase anterior. Essa característica faz com que o conhecimento, tanto do problema quanto da solução, aumente significativamente. Os modelos de produto gerados em cada uma das fases são por ordem: (a) especificações de projeto; (b) concepção; (c) leiaute definitivo e; (d) documentação.

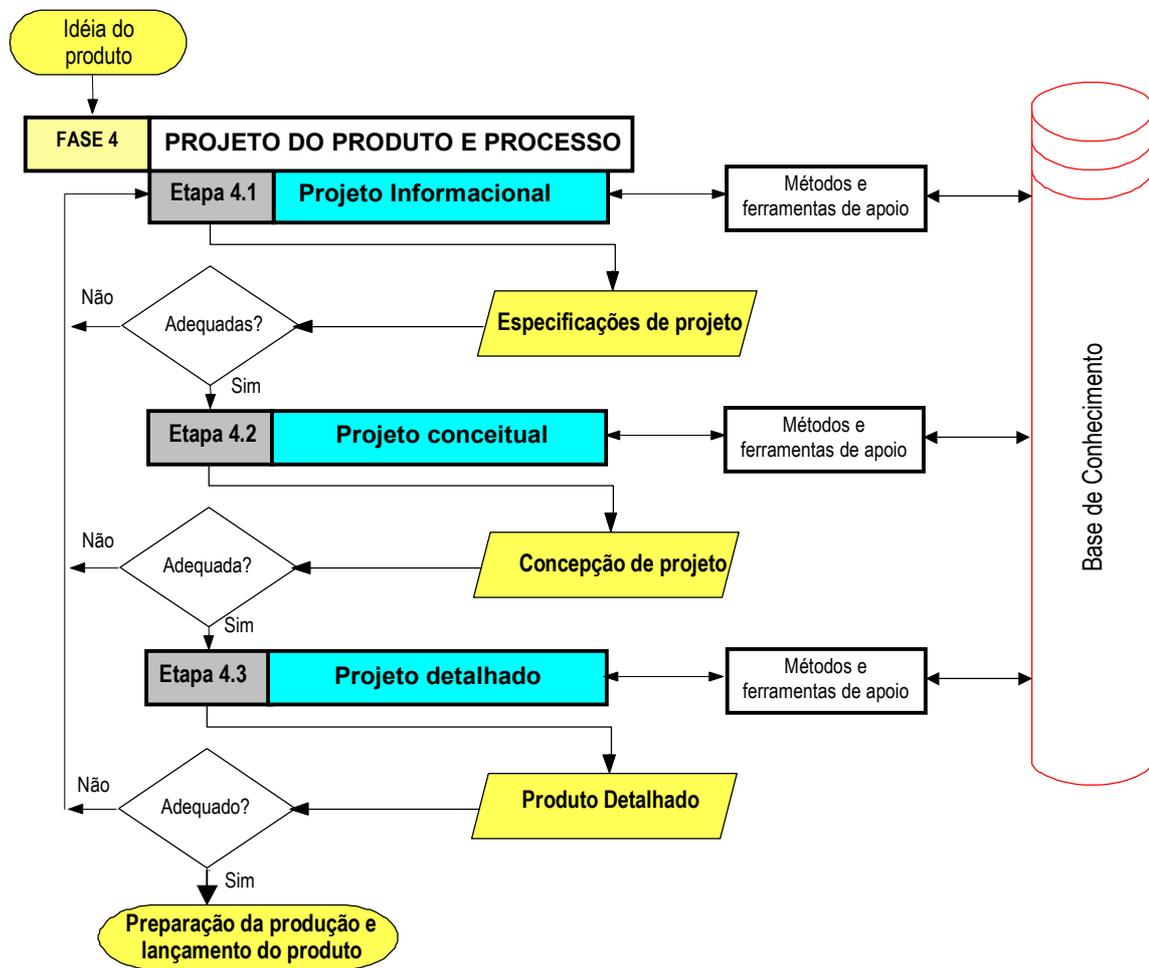


Figura 2.3 - Modelo da Fase de Projeto do Produto e Processo.

### 2.3.1 - PROJETO INFORMACIONAL

O ponto de partida dessa etapa do projeto é o problema que deu origem a necessidade de desenvolvimento de um novo produto. O esclarecimento da tarefa consiste na análise detalhada do problema de projeto, buscando-se todas as informações necessárias ao pleno entendimento do problema. O modelo de produto obtido ao final dessa etapa é a **especificação**

**do projeto**, que é uma lista de objetivos que o produto a ser projetado deve atender (Roozenburg & Eekels, 1995). A partir disso, são definidas as funções e as propriedades requeridas do produto e possíveis restrições com relação a ele e ao próprio processo de projeto (normas, prazos).

Dentro do processo de projeto a especificação tem duas funções (Roozenburg & Eekels, 1995): direcionar o processo de geração de soluções; e fornecer as bases para os critérios de avaliação.

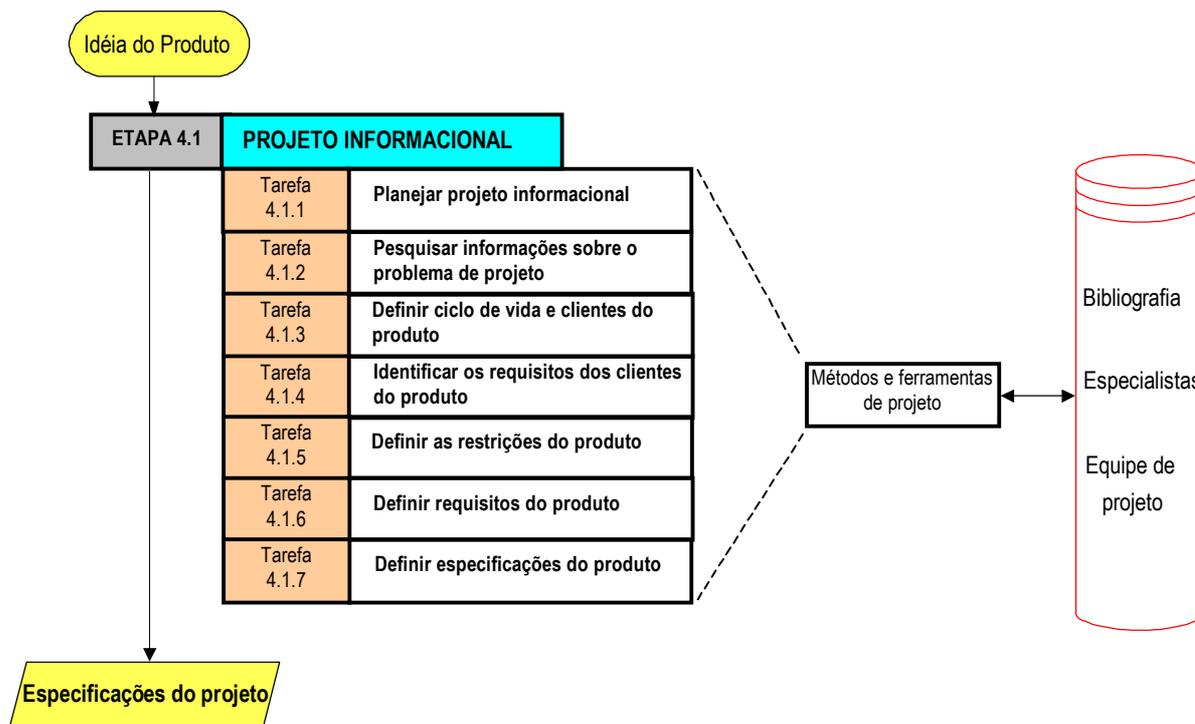


Fig. 2.4 – Projeto Informacional

A fim de cumprir adequadamente a essas funções, Roozenburg & Eekels (1995) afirmam que a especificação de projeto deve possuir as seguintes propriedades: **validade** (adequação dos objetivos em termos teóricos); **completeza** (inclusão de objetivos válidos em todas as áreas de interesse para o problema); **operacionalidade** (dos objetivos envolvidos, ou seja, possibilidade de avaliações quantitativas); **não redundância** (evitar que determinado aspecto ou propriedade seja considerado mais de uma vez); **concisão** (reduzido número de objetivos na especificação, facilitando a avaliação); **praticabilidade** (objetivos passíveis de serem testados).

Conforme foi visto, nessa etapa, evolui-se das necessidades dos clientes até a especificação do projeto. E, apesar de diferentes meios que podem ser empregados, a figura 2.4 apresenta uma seqüência lógica de tarefas cujo objetivo é o de fornecer uma especificação adequada aos objetivos do projeto.

Embora o roteiro da figura 2.4 seja claro, há que se definir alguns termos importantes como clientes do projeto, necessidade do cliente, requisito do cliente, requisito do projeto e especificação do projeto. No quadro 2.1 o sentido com que estes termos são empregados no texto é explicitado.

Quadro 2.1 - Definição de alguns termos pertinentes à fase de esclarecimento da tarefa.

TERMO	SIGNIFICADO
Cliente externo	Pessoas ou instituições que irão usar ou consumir o produto
Cliente intermediário	Pessoas ou instituições responsáveis pela distribuição, <i>marketing</i> e vendas do produto
Cliente interno	Pessoal envolvido no projeto e na produção do produto
Necessidades dos clientes	Declarações diretas dos clientes, geralmente em linguagem subjetiva
Requisitos dos clientes	Necessidade expressa em linguagem de engenharia
Requisitos do projeto	Requisito mensurável, aceito para o projeto
Especificações do projeto	Conjunto de informações completas, requisito do projeto com valor meta atribuído

### 2.3.2 - PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual é tido como a etapa mais importante na fase de projeto de um produto, pois as decisões tomadas nessa etapa influenciam sobremaneira os resultados das fases subsequentes. O projeto conceitual é a etapa do processo de projeto que gera, a partir de uma necessidade detectada e esclarecida, uma concepção para um produto que atenda da melhor maneira possível esta necessidade, sujeita às limitações de recursos e às restrições de projeto. O modelo de produto obtido ao final dessa fase é a **concepção do produto**, que, representa a solução fundamental que desempenha a função global.

Em linhas gerais pode-se dizer que o processo de projeto conceitual encontra-se dividido em duas partes: análise (ponto de partida no campo do abstrato, análise funcional, decomposição) e síntese (composição, síntese das soluções, resultado mais próximo do campo concreto).

O nível de detalhamento de uma concepção deve permitir a continuidade do projeto a partir desse ponto (projeto preliminar) e a avaliação de sua viabilidade. Para tanto, a concepção deve ser desenvolvida até que se possa representar os princípios de solução para as funções.

No modelo mostrado na figura 2.5, o projeto conceitual é dividido num conjunto de tarefas e atividade que visam garantir a obtenção de uma concepção do produto adequada.

No texto a seguir, as tarefas apresentadas na figura 2.5 foram reagrupadas com finalidade otimizar a apresentação do assunto.

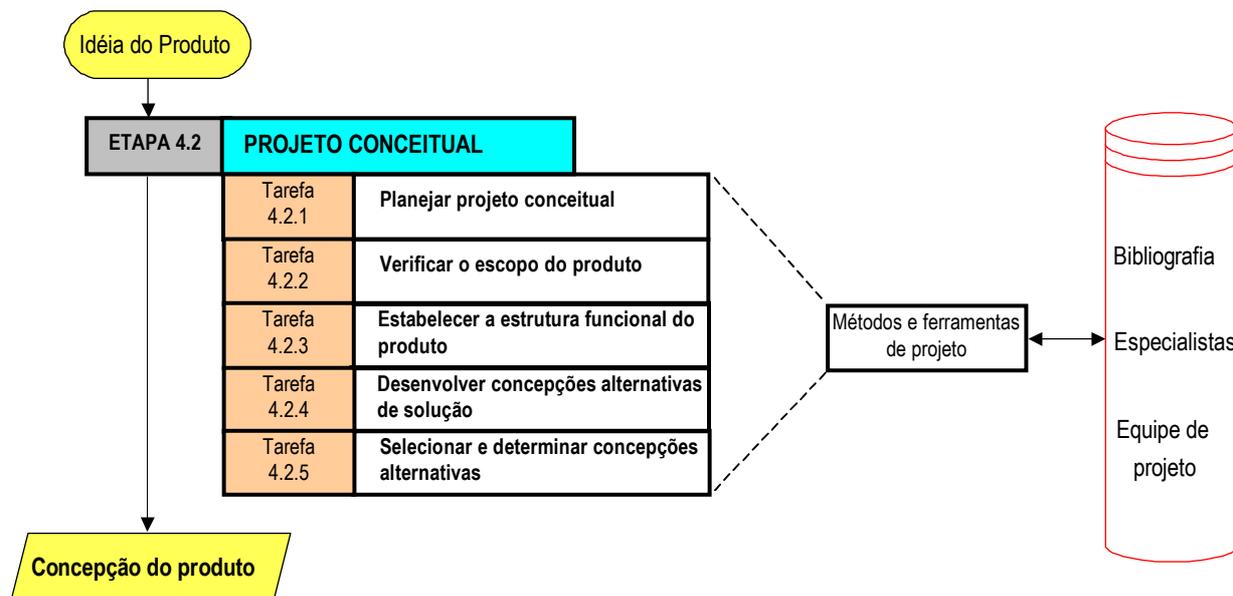


Fig. 2.5 - Projeto Conceitual.

## Verificação do problema

Busca-se aqui fazer um estudo compreensivo do problema num plano abstrato, de forma a abrir caminho para soluções melhores. Nesse sentido, a abstração, que significa, segundo Pahl & Beitz (1996), *ignorar o que é particular ou casual e enfatizar o que é geral e essencial*, tem um papel preponderante, pois previne que a experiência do projetista ou da empresa, preconceitos e convenções interponham-se entre a especificação do projeto e a melhor solução para o problema. Segundo os autores, essa generalização conduz direto ao cerne da tarefa, fazendo com que a formulação da função global e o entendimento das restrições essenciais tornem-se claras sem a consideração prévia de uma solução.

Uma reformulação do problema é feita, de forma mais ampla possível, em etapas sucessivas. Ou seja, aspectos óbvios do problema não são aceitos à primeira vista, mas discutidos sistematicamente. Nessa etapa do projeto conceitual a abstração será utilizada para verificar se, realmente, a tarefa que se apresenta (semear com precisão sementes miúdas) depende da realização das funções de dosar sementes e de depositar sementes, que são as funções desempenhadas pelas máquinas encontradas no mercado, tanto para semeadura de precisão quanto para semeadura em fluxo contínuo. A abstração também será empregada na tentativa de identificar restrições fictícias, que poderiam limitar o emprego de novas tecnologias, materiais, processos de fabricação e mesmo novas descobertas científicas. O resultado desse estudo poderá quebrar preconceitos e conduzir a uma solução melhor do problema e com certeza proporcionará um melhor entendimento da tarefa de projeto, o que é indispensável para o êxito nas etapas subsequentes do projeto conceitual.

## Análise funcional

O problema deve ser formulado de forma ainda abstrata, através das funções que o produto deve realizar, independente de qualquer solução particular. O ponto de partida é a abstração feita anteriormente, que permite o estabelecimento criterioso da função global do sistema, e o resultado, ao final da etapa, é a estrutura de funções elementares, ou estrutura de operações básicas, caso se trabalhe com funções de baixa complexidade ou padronizadas. Esse processo é ilustrado na figura 2.6.

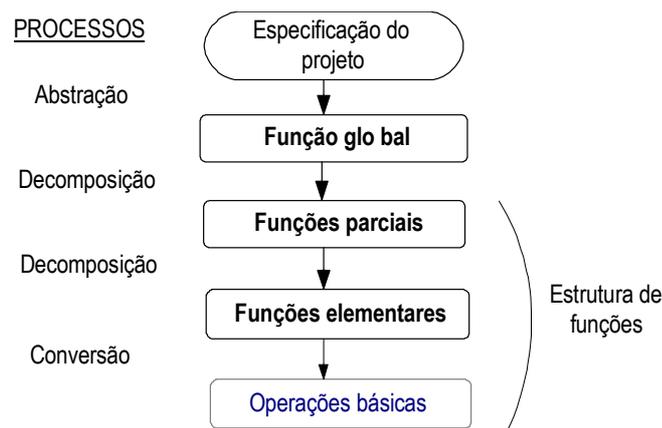


Fig. 2.6 - Tarefas e processos envolvidas na análise funcional.

A definição formal dos principais termos técnicos empregados nessa etapa do projeto conceitual é feita no Quadro 2.2. Com o isso se pretende evitar problemas que poderiam advir de interpretações errôneas desses conceitos.

Quadro 2.2 - Principais conceitos na etapa de análise funcional.

TERMO	SIGNIFICADO
Função	Relação entre as entradas e as saídas (em termos de energia, material e sinal) de um sistema que tem o propósito de desempenhar uma tarefa.
Função global	Expressa a relação entre as entradas e as saídas de todas as quantidades envolvidas assim como as suas propriedades. É a função última do sistema técnico.
Função parcial	Ou subfunção, divisão da função global com menor grau de complexidade.
Função auxiliar	Contribui para a função global de uma forma indireta. Têm caráter complementar ou de apoio.
Função elementar	Último nível de desdobramento da função global, não admitindo subdivisão.
Estrutura funcional	Combinação de funções parciais representativas da função global do sistema.

A subdivisão da função global visa facilitar a busca por princípios de solução. No caso do desenvolvimento de variantes de produtos existentes, a derivação da estrutura funcional pode ser feita através da análise de produtos existentes. Essa abordagem é particularmente útil para desenvolvimentos nos quais, pelo menos, uma solução com a estrutura funcional apropriada é conhecida e o problema principal reside na descoberta de soluções melhores. O objetivo é gerar estruturas funcionais alternativas. Cada uma delas constitui-se numa potencial solução alternativa para o problema.

Partindo-se da idéia de que diversas estruturas funcionais deverão ser geradas, é necessário estabelecer os critérios de escolha para selecionar a melhor alternativa. A dificuldade principal é estabelecer critérios de solução objetivos para um modelo de produto ainda muito abstrato. A especificação do projeto continua a ser o critério principal, mesmo para princípios de solução representados de forma abstrata.

### Pesquisa por princípios de solução

Aqui a ênfase é passar do abstrato ao concreto, da função à forma. A cada uma das subfunções da estrutura funcional escolhida anteriormente é atribuído um princípio de solução. Para que isto seja possível, é necessário, a partir do correto entendimento da subfunção, a busca de um efeito físico e de um portador de efeito físico que, por meio de determinados comportamentos, realizem o objetivo da subfunção em questão. Um aspecto importante nessa etapa é a intenção de se obter vários efeitos físicos e/ou portadores de efeito variantes para um mesmo efeito físico. Assim, a possibilidade de se chegar a uma solução otimizada para o problema de projeto é aumentada.

Como o completo entendimento dos termos *efeito físico*, *portador de efeito físico* e *princípio de solução*, é importante na aplicação da metodologia, estes serão definidos a seguir. Um **efeito físico** (ou biológico ou químico) é caracterizado por poder ser descrito quantitativamente através das leis físicas que regem as quantidades físicas envolvidas (Pahl & Beitz, 1996). A escolha do efeito físico a ser utilizado, entretanto, não é suficiente para definir como a subfunção será realizada. É necessário idealizar um sistema físico, com seus elementos e suas relações, definido qualitativamente, capaz de realizar o efeito físico esperado, ou seja, um **portador de efeito físico** (Ferreira, 1997). Ao se definir um portador de efeito físico, defini-se um **princípio de solução**, que conforme Hansen (1976) *apud* Roosenberg & Eekels (1995), *é uma representação idealizada (esquemática) da estrutura do sistema ou subsistema, na qual as características dos elementos e suas relações, as quais são essenciais para o seu funcionamento, são determinadas qualitativamente.*

Na busca por princípios de solução pode-se fazer uso de diversos métodos, divididos, por questões didáticas, em convencionais, intuitivos e discursivos. Os principais métodos são listados no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Métodos utilizados na busca por princípios de solução.

CLASSIFICAÇÃO	MÉTODO
Convencionais	Pesquisa bibliográfica; Análise de sistemas naturais; Análise de sistemas técnicos existentes; Analogias; Medições e testes em modelos.
Intuitivos	<i>Brainstorming</i> ; Método 635; Método Delphi; Sinergia; Analogia direta; Analogia simbólica; Combinação de métodos.
Discursivos	Estudo sistemático de sistemas técnicos; Estudo sistemático com o uso de esquemas de classificação; Uso de catálogo de projeto; TRIZ - teoria da solução de problemas inventivos; Método da matriz morfológica.

### Geração, seleção, desenvolvimento e avaliação das variantes de concepção

Nesse item estão englobados duas das tarefas do projeto conceitual apresentadas na figura 2.5: **desenvolver e selecionar concepções alternativas**. São as últimas tarefas dessa etapa do projeto. O seu desenvolvimento nesse projeto considera que os princípios de solução serão arranjados de uma maneira organizada de modo a se evoluir em alternativas de solução para a concepção. O objetivo é desenvolver várias soluções alternativas e depois se utilizando de critérios, efetuar a escolha da melhor concepção.

#### 2.3.3 – PROJETO DETALHADO

Segundo Pahl & Beitz (1996), essa é a etapa na qual, partindo da concepção de um produto, o projeto é desenvolvido, de acordo com critérios técnicos e econômicos e à luz de informações adicionais, até o ponto em que o projeto detalhado resultante possa ser encaminhado à produção. Nessa etapa do projeto o modelo do produto evolui da *concepção* ao *leiaute definitivo* do produto, sendo expresso pela documentação completa necessária à produção do produto projetado.

O leiaute definitivo deve ser desenvolvido até o ponto onde uma verificação clara da função, durabilidade, produção, montagem, operação e custos, possa ser feita. O nível de detalhamento a ser alcançado nessa etapa deve incluir, segundo Pahl & Beitz (1996):

- a) estabelecimento do leiaute definitivo (arranjo geral e compatibilidade espacial);
- b) projeto preliminar das formas (formato de componentes e materiais);
- c) procedimentos de produção;
- d) estabelecimento de soluções para qualquer função auxiliar.

Além disto, a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes devem ser finalmente fixadas. Da mesma maneira a especificação dos materiais e a viabilidade técnica e econômica devem ser reavaliadas. Normas e procedimentos padronizados devem ser empregados conforme as necessidades dos meios de fabricação. Esta etapa envolve decisões sobre como o produto será manufaturado, por exemplo, quais os passos necessários para manufaturar o produto, quais processos de manufatura, máquinas e

ferramentas serão requeridas, e como as partes serão montadas. As atividades do planejamento do processo envolvem a análise da producibilidade, o desenvolvimento de fornecedores e o projeto do ferramental.

Na figura 2.7 é apresentado um roteiro com as principais tarefas necessárias a execução do projeto detalhado. Além disso, esses autores propõem o emprego de *checklists*, estabelecem os princípios a serem observados (princípios de transmissão de força, divisão de tarefas, etc) e critérios para atender necessidades específicas (projeto para X - DFX). Porém, acima de tudo, afirmam que deve-se observar as regras básicas de **clareza**, **simplicidade** e **segurança**.

As ferramentas empregadas nessa fase do projeto são aquelas comuns na área de engenharia como: CAD, programas de simulação, construção de modelos, programas de auxílio ao cálculo e dimensionamento.

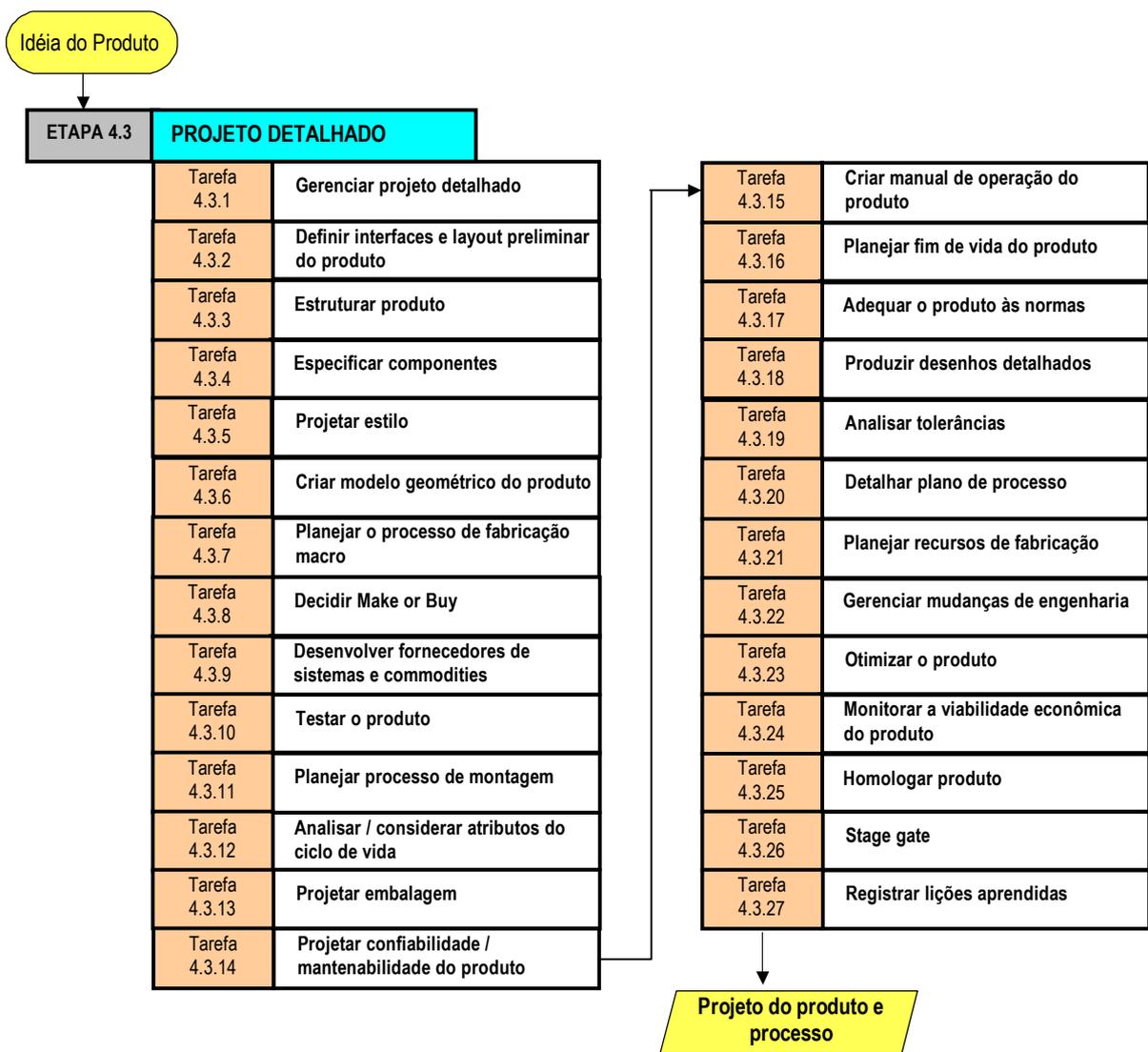


Fig. 2.7 - Tarefas do Projeto Detalhado

2.4 - REFERÊNCIAS

- 2.1 M. S. HANDAL, *Systematic Mechanical Designing: A Cost and Management Perspective*. ASME Press, New York, 1997.
- 2.2 D.G. ULLMAN, *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill, New York, 1992.
- 2.3 V. HUBKA and W. E. EDER, *Theory of Technical Systems: a Total Concept Theory for Engineering Design*. Springer-Verlag, London, 1988.
- 2.4 M. G. G. FERREIRA, *Utilização de Modelos para a Representação de Produtos no Projeto Conceitual*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- 2.5 G. PAHL und W. BEITZ. *Engineering design: a systematic approach*. 2<sup>nd</sup> ed. Springer Verlag, 1996.
- 2.6 N. BACK. *Metodologia de Projeto de Produtos Industriais*. Guanabara Dois, 1983.
- 2.7 N. F. M. ROOZEMBUR, & J. EEKELS. *Product Design: fundamentals and methods*. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.
- 2.8 M. G. G. FERREIRA. *Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 1997.
- 2.9 A. OGLIARI. *Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetados*. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 1999.

Texto extraído do artigo “Condicionantes do Desenvolvimento de Produtos no Brasil” de autoria de Paulo Tromboni de Souza, 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, 2001.

### 3. INOVAÇÃO COMPETITIVA EM PRODUTOS E PROCESSOS

Schumpeter (1982) é o primeiro autor moderno a considerar a inovação como o principal elemento na concorrência capitalista. Para ele a concorrência dura da economia não se trava em preços. A concorrência realmente dura, letal, seria travada no terreno da inovação: pela descoberta ou criação de novos mercados, fontes de suprimentos, métodos e sistemas de organizar a produção, novos produtos e processos. A Schumpeter também se deve a distinção entre invenção e inovação. Isto é, a distinção entre ter e elaborar uma nova idéia e a sua primeira aplicação comercial. Na acepção dada pelo autor, hoje consagrada, a inovação somente refere-se à primeira aplicação comercial. Aplicada ao desenvolvimento de produtos e processos essa idéia já traz o germe da distinção entre o desenvolvimento de tecnologia e o desenvolvimento de produtos e processos para o mercado.

Freeman (1982, p. 109) frisa que a inovação, neste sentido dado por Schumpeter, resulta do desenvolvimento experimental, projeto, produção piloto e marketing, atividades voltadas para promover a integração e ajustamento entre possibilidades técnicas e de mercado. Com a crescente importância da ciência e da tecnologia na inovação, Freeman destaca a importância crescente do laboratório de P&D tecnológicos e reconhece o papel dos departamentos de engenharia que ligam o desenvolvimento de tecnologia ao lançamento de inovações em produtos e processos. O autor (pp. 149-150) realça ainda a necessidade de distinguir diferentes graus de risco e incerteza associados às atividades de inovação, que podem ir da pesquisa tecnológica básica, passando por inovações radicais e chegando à introdução de novos modelos anuais de uma família estabelecida de produtos.

Abernathy e Clark (1985), atentos a essas nuances, propõe o conceito de “transilience” para tentar tipificar a inovação em produtos e processos em função do impacto competitivo que tem para as empresas. Para eles, o fundamental é saber como e em qual grau a inovação afeta as competências e recursos da firma. Se a inovação destruir ou reduzir drasticamente o valor das competências e recursos técnicos da empresa e também das relações estabelecidas da empresa com o mercado, trata-se do que chamam de inovação arquitetural. Caso a mudança reforce as relações de mercado e torne obsoleta a capacitação chamada revolucionária. Quando reforça ambas as dimensões, é a inovação incremental. Quando aproveita e reforça as competências técnicas e torna obsoletas as relações de mercado, os autores falam em inovações de nicho.

O interessante nessas categorias são as implicações competitivas. Grandes empresas dominam o terreno das inovações incrementais e saem-se bem nas inovações de nicho e revolucionárias. Ao contrário, é comum perderem sua posição de mercado quando aparecem sua posição de mercado quando aparecem inovações arquiteturais. Os autores estão convencidos que a inovação revolucionária concentra a importância da mudança tecnológica arquitetural resulta mais de uma nova combinação de tecnologias existentes para atender novas necessidades de mercado.

Esses autores perceberam o poder combinatório da variedade tecnológica do mundo moderno, a qual abre espaço até para empresas especializadas em desenvolver produtos e processos através da combinação de tecnologias de vários setores e novos mercados (Hargadon e Sutton, 1997).

A distinção entre graus de inovação, a diferenciação de papéis de vários grupos que lidam com a inovação nas grandes empresas e a compreensão das diferentes implicações competitivas da inovação redundaram em uma sofisticada visão do processo de inovação nas várias indústrias e dentro das empresas. Junto com a evolução dos estudos sobre a administração da pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e a experiência prática das

grandes empresas inovadoras, essa compreensão resultou em algumas conclusões sobre a melhor maneira de administrar o processo de inovação em ambiente competitivo.

Como constata e propõem Gomory (1989) e Clark e Wheelwright (1993, pp. 93-96), rapidez e eficácia no desenvolvimento de produtos e processos exigem segregar o desenvolvimento de tecnologia. A inclusão do desenvolvimento tecnológico em projetos de novos produtos e processos acrescenta incerteza e dificultam sua administração voltada para rapidez, baixos custos unitários e forte consideração das necessidades e desejos dos clientes. Assim, recomendam a planejar a aplicação de novas tecnologias a novos produtos somente quando elas estiverem dominadas e prontas para uso.

Separados a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, para Clark e Wheelwright (1993, pp 99-103), novos produtos e processos devem ser concebidos com claras missões competitivas, isto é devem encaixar-se bem na evolução planejada da linha de produtos da empresa. Esses autores (pp.103-106) sugerem um planejamento agregado da capacidade de realização simultânea de múltiplos projetos de novos produtos. Conjugando a existência de missões claras e a necessidade de assegurar recursos suficientes para projetos simultâneos, os autores sugerem distinguir três classes de inovação em produtos e processos: novidades essenciais, novas gerações e derivados.

#### 4. GLOBALIZAÇÃO E O DESAFIO DA INOVAÇÃO COMPETITIVA

Uma das evidências da importância da inovação na concorrência é dada pelo debate sobre a globalização. Um dos vetores mais importantes deste processo é a enorme expansão internacional de empresas de presença mundial. Uma das fontes mais importantes de vantagens competitivas das grandes empresas no mercado mundial é justamente a sua capacitação tecnológica traduzida em inovações em produtos e processos.

Um estudo de Davidson e Harrigan (1977) verificou que de uma amostra de 733 novos produtos lançados por 44 grandes empresas americanas entre 1945 e 1976, 72% foram eventualmente lançados no exterior. Primeiro em países de língua inglesa, mais tarde em outros países desenvolvidos e, finalmente, em países em desenvolvimento. Nos 30 anos considerados, o processo acelerou-se. Entre 1971 e 1975, este número aumentou para 22%. Também aumentou a presença direta no exterior. Logo após a 2ª Guerra Mundial, 46% dos novos produtos foram lançados com ajuda de licenças junto a empresas independentes. Em 1975, esta proporção havia baixado para 21%.

Não surpreende, portanto, Vernon (1966) ter proposto uma teoria do ciclo do produto para explicar os padrões observados nos investimentos e comércio internacional americanos. A primeira abordagem aos mercados estrangeiros seria via exportações. Eventualmente, após algum evento importante, a firma investiria em instalações produtivas no exterior.

Mas a origem das empresas inovadoras mudava rapidamente. No final dos anos 50, Ronstadt e Kramer (1982) reportam que 80% das principais inovações mundiais estavam sendo feitas por firmas americanas. Em 1965, a proporção já havia caído para 55%. Nos anos 70, já havia se internacionalizado a concorrência via inovação. Essa internacionalização da concorrência por novos mercados e liderança tecnológica já não era novidade para Perrino e Tipping (1989). A novidade, segundo estes autores, estaria na intensidade e globalização dessa concorrência. Para as empresas líderes, isto levou ao encurtamento do ciclo de vida dos produtos e a participação crescente dos novos produtos no faturamento.

Vernon havia sugerido que o mercado doméstico teria um duplo papel na inovação: serviria como *fonte de estímulo* para a firma inovadora, mas também como a *localização preferida de desenvolvimento*. Contudo, ao observar o real comportamento das grandes empresas mundiais, observava-se que tinham instalações de P&D em vários países. Surge de imediato a indagação do porque e do como?

Terpstra (1977) sugeriu que quanto mais tempo a empresa estivesse engajada em negócios internacionais e quanto maior o seu peso no faturamento total, maior seria a descentralização das atividades de P&D.

Num estudo clássico, Ronstadt ( ) examinou 55 unidades de P&D no exterior de 7 multinacionais americanas. Concluiu que as unidades de P&D podiam ser classificadas em 4 grupos:

Unidades de transferência de tecnologia, estabelecidas para ajudar as subsidiárias a trazer a tecnologia de produção da matriz americana e prover serviços técnicos aos clientes;

Unidades de tecnologia local, estabelecidas para desenvolver novos produtos ou aperfeiçoá-los expressamente para os mercados estrangeiros;

Unidades de Tecnologia Global, criadas para desenvolver novos produtos para aplicação simultânea – ou quase simultânea – nos principais mercados mundiais da multinacional;

Unidades Corporativas de Tecnologia, criadas para gerar novas tecnologias de natureza exploratória e de longo prazo, expressamente para a matriz.

Ronstadt também estudou a evolução dessas unidades ao longo do tempo. Independentemente do propósito original, a missão das unidades estudadas evoluiu para *desenvolver produtos e processos novos ou aperfeiçoados expressamente para os mercados nacionais ou regionais estrangeiros*. Quando não ocorreu a mudança de missão, as unidades estudadas entraram em crescimento vagaroso ou lento declínio.

Nesse trabalho já se captava uma nova tendência da concorrência internacional. Os grandes grupos tendem a regionalizar a sua atuação, inclusive no que se refere à inovação. Era o começo de uma tendência, muito mais tarde consolidada, de enxergar o mundo dividido em regiões. Um País como o Brasil, neste desenho, seria visto como parte da América Latina ou do Sul. Inaugurada com a criação da Comunidade Econômica do Carvão e do Aço, na Europa dos anos 50, a idéia fez escola, levando à criação da Associação Latino Americana de Livre Comércio, nos anos 60, e ao Mercosul nos anos 80.

Entrementes, o surgimento de unidades regionais de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e de engenharia acarretou a possibilidade de uma nova divisão de trabalho nos grandes grupos internacionais. Em lugar de simples executores de estratégias concebidas fora, algumas subsidiárias poderiam aspirar a um papel mais empreendedor, de âmbito regional e até mundial. É o que capta a visão de Bartlett e Ghoshal (1988), ao identificar processos internacionais de inovação, que permitem a algumas subsidiárias assumirem papel estratégico em alguns produtos e tecnologias.

A mudança do papel de algumas subsidiárias na concorrência permitirá a Cantwell (1995) olhar para a história dos últimos 20 anos e constatar líderes em tecnologia teriam tomado a dianteira no “desenvolvimento de redes internacionais de centros de excelência próprios para explorar o potencial diferenciado das várias localizações”.

Essa maneira de encarar o fenômeno provoca a emergência de toda uma literatura voltada para a gestão internacional da tecnologia. De Meyer (1993, 1995), Chiesa (1996), Barlett e Ghoshal (1990), Coughlan (1996), Erickson (1990), Dörrenbacher e Wortmann (1991), Hakanson e Zander (1988), Herbert (1989), Papanastassiou e Pearce (1994), Taggart (1997), Wortman (1990) e Westney (1993) são exemplos recentes dessa literatura.

O tema é controverso. Basta acompanhar a crítica de Pavitt e Patel (1991), para quem um importante caso de não globalização é a produção de tecnologia pelas grandes firmas mundiais. Para estes autores, ao estudar o depósito de patentes constata-se a pequena participação das filiais internacionais.

Mas o ponto não é este. Não se está discutindo o grau de abrangência do fenômeno da gestão internacional da tecnologia. Do ponto de vista das direções locais e dos países onde se situam as filiais, a questão é saber se existe uma oportunidade de assumir um papel estratégico dentro da organização mundial de uma multinacional. Ao que parece, não é fácil, mas é uma meta almejável. Em outra vertente, a inovação competitiva entre os grandes grupos

multinacionais coloca questões que extrapolam a sua atuação. Afinal, qualquer empresa que procure operar nos mercados mundiais e regionais acaba enfrentando a concorrência no terreno muito mais duro da inovação, no qual o embate se dá mudando as regras da disputa a cada ciclo de lançamento de novos produtos.

## 5. OS DETERMINANTES NACIONAIS DA INOVAÇÃO COMPETITIVA NO BRASIL

Para Porter (1991), a base nacional influencia profundamente as condições para que as empresas de um determinado país alcancem vantagens competitivas que lhes permitam assumir e sustentar a liderança no mercado internacional. Estas condições estão esquematicamente reunidas por Porter, sob a denominação de determinantes nacionais da competitividade. São eles: as condições da demanda, as condições dos fatores, a estratégia, estrutura e rivalidade entre firmas e as indústrias relacionadas e de suporte<sup>1</sup>. Examinemos cada um na situação brasileira.

### 5.1. UM PAÍS DE RENDA INTERMEDIÁRIA

A demanda é fator de reforço à inovação em função de sua composição e de antecipar-se ao mercado mundial. Neste campo, o Brasil apresenta peculiaridades importantes.

No início do século XX, a economia brasileira era predominantemente rural. Grande parte dessa população rural vivia em uma economia de subsistência, gerando baixíssimo excedente econômico e excluída do uso do dinheiro para a satisfação de suas necessidades.

Um fenômeno que acompanhou de perto a industrialização no Brasil foi a urbanização. Nos anos cinquenta, dois terços da população ainda era rural, em sua maioria sobrevivendo em condições precárias de subsistência. Hoje, quatro quintos da população é urbana. Essa população urbana concentra-se nas grandes cidades onde vive cerca de um terço da população.

Ademais essa população cresceu muito. Na década de 50, o Brasil somava cerca de 50 milhões de habitantes. Hoje, passa dos 160. A renda per capita é, após a desvalorização cambial, da ordem de US\$ 400 por mês, inferior a um quinto da renda per capita de uma economia desenvolvida. Claro que com péssima distribuição de renda. Divulgado pelo IBGE, o índice de gini de 1996 foi de 0,590.

A renda concentra-se nas cidades e nos extratos sociais mais ricos. O resultado é uma economia de extremos. Uma parcela significativa da população têm padrões de consumo próximos aos do primeiro mundo. Para esse grupo, que imita de perto muitos padrões de consumo das classes médias dos países desenvolvidos, a economia brasileira desenvolveu uma oferta de produtos e serviços que também imita a estrutura produtiva nos países desenvolvidos. No passado, esse processo era lento. Demorava por vezes décadas até que um novo padrão de consumo do hemisfério norte se torna-se consumo de massa no Brasil. Hoje em dia, para a maior parte dos produtos, o lançamento no Brasil, quando não simultâneo aos EUA, Europa e Japão, demora de algumas semanas a alguns meses. No caso de cosméticos, por exemplo, o lançamento de novas linhas de maquiagem e perfumaria acompanham de perto as modas européias da última estação. Idem em informática e telecomunicações.

A maioria da população contudo vive no terceiro e até no quarto mundo. Há muitos pobres morando na periferia das grandes cidades, da mesma forma que havia e ainda há pobreza rural. A diferença em relação ao passado é participar da economia monetária. Os pobres da periferia vão ao mercadinho local e aos camelôs do centro das cidades; andam de ônibus; comem arroz, feijão, frango e macarrão; compram automóveis, aparelhos de TV, fogões e máquinas de lavar roupa, muitas vezes usados e com financiamentos extorsivos;

---

<sup>1</sup> A tradução literal de expressões americanas nem sempre enseja expressões em bom português. A despeito disso, elas formam aqui empregadas em benefício da facilidade de associação com suas originais.

consomem cosméticos e produtos de limpeza; pagam dízimos às igrejas evangélicas; apostam no jogo do bicho e na teleseña; assistem a programação televisiva para as classes D e E; bebem cerveja e cachaça em suas festas; jogam futebol em campos de várzea; visitam Aparecida do Norte nos dias santos; e moram precariamente em bairros humildes e favelas. Essa população periférica têm renda baixíssima. É só graças à produtividade da indústria moderna e a escala potencial de produção, é possível produzir produtos e oferecer serviços a preços acessíveis para ela.

Outra consequência da situação de renda média do País observa-se nas necessidades e no estado da infra estrutura econômica e social. Rodovias modernas convivem com precárias estradas de integração nacional. A ferrovia vive um período de abandono. A infra estrutura de telecomunicações, energia, transporte urbano e saneamento ainda não é capaz de atender ao conjunto da população. A universalização dos serviços ainda é uma meta e ser conquistada. Serviços públicos de segurança, saúde e educação têm sérios problemas de qualidade. Entretanto, a própria distribuição polarizada da renda cria uma forte demanda por infra estrutura sofisticada, comparável ao primeiro mundo para os 20% mais ricos. Esse é uma das forças que impulsionam a privatização da infra estrutura. Também em serviços de segurança, saúde e educação os mais ricos demandam melhor qualidade e a satisfazem e obtêm de fornecedores privados.

Esse quadro coloca uma mistura única no mundo, na sua escala e complexidade. A demanda no Brasil é extraordinariamente complicada. Têm dimensões características de primeiro mundo ao lado, o mais rico, tende a seguir a demanda nos países desenvolvidos. Por outro lado, mais pobre, a demanda tende a antecipar problemas que os países em desenvolvimento terão no futuro ou e a refletir necessidades que populações marginalizadas do primeiro mundo têm hoje.

Se concordarmos com Porter quanto as características mais importantes da demanda para estimular a inovação, no Brasil não há escassez de desafios e oportunidades. Resta criar condições para aproveitá-las.

## 5.2. CONDIÇÕES DOS FATORES TRADICIONAIS

Porter chama a atenção para a constelação de fatores como um aspecto básico a ser explorado na inovação. O autor divide os fatores entre os tradicionais e os criados pela ação de governos e setor privado. Na sua análise da inovação, Porter frisa os fatores criados, mas os primeiros continuam a ser importantes para quem deles dispõe.

Na questão da peculiaridade dos fatores de produção, um aspecto que não pode ser subestimado são as peculiaridades geográficas do Brasil: a extensão territorial e a diversidade regional, tanto social quanto física.

Também essa realidade propõe desafios específicos. Basta um exemplo, a indústria brasileira há décadas convive com o mais desafiante ambiente para implantação e operação de grandes usinas hidrelétricas. Nenhum País do mundo têm uma participação mais importante da hidro eletricidade em sua matriz energética. Como resultado o País desenvolveu grandes fornecedores de equipamentos e operadores de energia elétrica.

Outro exemplo, foi o desenvolvimento da indústria aeronáutica, hoje concorrente global. Pistas precárias e baixa demanda estão na raiz da concepção do Bandeirante, o primeiro sucesso internacional de vendas da Embraer e o ponto de partida de sua bem sucedida entrada o mercado de aviões para operações regionais.

Também o petróleo apresenta peculiaridades. Com grandes campos em águas profundas, a Petrobrás tornou-se líder mundial na exploração de petróleo em grandes lâminas d'água.

Matérias primas locais e clima tropical também são referências para o desenvolvimento de produtos apropriados à condições inexistentes em países desenvolvidos. É difícil imaginar o programa do álcool combustível decolando em qualquer outro País do

mundo. Antes que os apressados relembrem o fracasso do programa, convém recordar que, embora o carro exclusivamente a álcool esteja questionado no momento, permanece uma opção no futuro incerto do mercado de Petróleo. Mais importante, no Brasil o álcool incorporado à gasolina representa quase um quarto do consumo de combustível automotivo e eliminou a adição de chumbo tetraetila, um poderoso agente poluente. Se a Petrobrás ou a Ipiranga se dedicassem a distribuição de combustíveis em outros países, talvez pudessem interessar bastante as autoridades de outros países tropicais que importam Petróleo.

Como frisam Prahalad e Lieberthal (1998) também a logística e a distribuição para os pobres apresentam desafios específicos. Primeiro, no Brasil, os pobres compram em lugares e formas diferentes dos mais ricos. Particularmente, o atendimento da periferia das grandes cidades recorre a uma rede de pequenos comerciantes e não às grandes empresas do varejo brasileiro e mundial. A gama de produtos e as necessidades de pagamento também são diferenciadas. O Brasil deve ser um dos poucos países do mundo onde se vende gasolina à prazo!

Segundo, a população se distribui de forma que os meios de acesso podem ser muito diferenciados. Na região amazônica, é comum os produtos serem entregues de barco. Terceiro, a vastidão territorial, a situação social, a predominância da rodovia e a precariedade dos serviços de segurança, ressuscitou a pirataria no Brasil como comércio lucrativo. O roubo de caminhões de carga tornou-se um próspero negócio, que por sua vez deu origem a um sistema de escoltas e seguranças privadas. Basta pensar no norte da Índia, na África subsaariana ou no sudeste asiático para perceber que se tratam de condições até comuns, que o Brasil antecipa.

### 5.3. CONDIÇÕES DOS FATORES SOCIALMENTE CRIADOS

Aos fatores de produção tradicionais, resultantes da geografia, é necessário adicionar os fatores de produção de natureza dinâmica, aqueles que decorrem de condições socialmente criadas.

Neste campo, o Brasil conta com excelente situação no terceiro mundo. Em primeiro lugar no quesito recursos humanos qualificados. Ao contrário do que supõem muitos, o Brasil conta com uma ampla base de profissionais bem preparados para a inovação. Não há escassez. Embora haja dificuldade com pessoal menos qualificado, quando se trata de engenheiros, administradores e economistas, o País têm muita gente preparada procurando lugar para trabalhar.

No que se refere à qualidade destes quadros, as principais escolas brasileiras de engenharia, administração e economia inundam o mercado de trabalho com milhares de profissionais anualmente. Trata-se de pessoal excepcionalmente preparado tanto para lidar com os mercados locais como mundiais. Entre os mais experientes, muitos trabalharam na ampla rede de empresas multinacionais que atuam no País. Conhecem bem as metodologias e os modos de concorrência dos grandes grupos internacionais.

O País conta com uma rede de centros de pesquisa de boa qualidade, principalmente em condições de prestar serviços de apoio e nos quais adquire experiência uma grande quantidade de cientistas e engenheiros, muitos deles mais tarde aproveitados no ambiente empresarial privado.

Quanto à mão de obra industrial, ela é abundante, muito adaptável. Na verdade, na última década, o movimento de implantação da ISO 9000, mostrou um grande potencial de aumento da produtividade da mão de obra industrial.

Em razão da própria presença marcante das multinacionais e também da complexidade da economia brasileira existe hoje uma grande facilidade de acesso à serviços empresariais de qualidade mundial – financeiros, advocatícios, de normalização, patentes, de assessoria de qualidade, etc.

Também existem problemas na infra estrutura de transportes e na estrutura tributária do País, ambos guardando similaridade com os problemas das economias mais pobres do planeta.

#### 5.4. ESTRUTURA E RIVALIDADE

Do ponto de vista da estrutura industrial, a economia brasileira hoje têm características que incentivam a inovação competitiva. Em muitos segmentos, a oferta está estruturada em oligopólios. Nesses segmentos da economia, conquistar mercado e crescer dependem essencialmente da inovação.

Não apenas a estrutura é oligopolista. É marcante a presença nestes oligopólios de filiais de grande multinacionais de alcance mundial. Em muitos segmentos da economia brasileira, predomina a concorrência entre os grandes da economia mundial, como é o caso por exemplo da indústria automobilística. Em todos, há presença de grupos estrangeiros que trazem padrões de concorrência internacionais para o País. Em 1996, segundo Galuppo, a participação das empresas estrangeiras alcançou 44% das 500 maiores empresas do Brasil. Uma participação maior que a das empresas nacionais (36%) e das empresas estatais (20%). Em setores como o automobilístico, computadores, farmacêutico, higiene e limpeza, as filiais representavam mais de 75% das vendas das 20 maiores empresas. Nos setores eletro eletrônico, mecânico, fumo e bebidas, plásticos e borracha e alimentos as filiais detinham mais de 50% do mercado das maiores. Naquele ano, 29 das 50 maiores empresas brasileiras eram filiais. Desde então aumentou ainda mais a presença de filiais de empresas estrangeiras entre nós, inclusive com a participação das estrangeiras nos processos de privatização.

Até os anos 80, esta estrutura econômica vivia um ambiente de mercado fechado. Não havia grandes restrições à implantação de filiais. Contudo as importações estavam sujeitas a forte controle. Uma das conseqüências deste aprofundamento da internalização da concorrência no Brasil, foi a constituição de uma economia bastante integrada com a presença de empresas de todos os setores. Assim, no que se refere às indústrias de suporte e relacionadas, em geral os principais setores da economia estão bem servidos tanto de empresas nacionais como estrangeiras. Adicionalmente, a intensa globalização da última década facilitou muito o acesso ao suporte de empresas fora do País. Em suma, não é difícil buscar no exterior o que não se consegue no Brasil.

Na última década, houve uma bruta abertura às importações, conjugada à uma política de câmbio valorizado. Com isso, as condições de concorrência nos mercados brasileiros tornaram-se muito mais duras. Não apenas enfrentavam-se aqui dentro empresas nacionais e filiais das grandes concorrentes no mercado mundial, como ainda cresceu muito a possibilidade de importar produtos e serviços. Houve uma forte tendência a passar a importar itens até então produzidos internamente, bem como uma tomada de controle de empresas brasileiras por estrangeiros, a exemplo do que ocorreu no setor de autopeças ou no de laticínios. Contudo, a partir da mudança no câmbio, em janeiro de 1999, parece estar ocorrendo uma redução substancial das importações.

No terreno da infraestrutura de energia, comunicações e transporte, as reformas realizadas pelo governo, principalmente através das privatizações, parecem estar provocando a retomada de investimentos na sua expansão e na disponibilidade interna dos bens e serviços resultantes.

O resultado geral é um aumento da rivalidade no mercado, com grandes empresas nacionais e filiais concorrendo em mercados oligopolistas, sujeitas de perto à competição das importações. Tal rivalidade é, naturalmente, um grande incentivo à concorrência, principalmente, se tem o caráter globalizado que se verifica atualmente.

#### 6. ESTRATÉGIA DE INOVAÇÃO DAS EMPRESAS

Porter (1991) frisou também a importância da estratégia das empresas para sua competitividade e capacidade de inovar. Não será inovadora, particularmente de forma sistemática, como requer a inovação competitiva, uma empresa que não se coloque explicitamente este objetivo. Tampouco o será uma que não elabore com clareza sua estratégia competitiva para inovação.

De um modo geral, as empresas no Brasil voltam-se para o mercado interno. A própria consideração do comércio internacional do País, abaixo de 20% do PIB sugere forte foco no mercado interno. Como vimos este mercado é peculiar, tanta em razão de sua composição dual quanto pelas suas peculiaridades geográficas. Se assiste qualquer razão à Porter, há um grande incentivo para inovar voltado ao mercado interno.

Até os anos 80, predominava a substituição de importações na introdução de novos produtos na economia brasileira. Com isso, a inovação assumia o caráter de modernização: adotar no Brasil os novos produtos e processos existentes nos países desenvolvidos. Em terra de cego, quem tem um olho é Rei. Logo, num primeiro momento a inovação reduzia-se à imitação.

Do ponto de vista tecnológico, a inovação por imitação apoiou-se fortemente na cópia e, quanto mais complexa, na transferência de tecnologia. Esta última em dois formas distintos. Na primeira, a filial trazia o conhecimento tecnológico da matriz e o punha a funcionar na fabricação local de bens e serviços em tudo similares aos originais. Na segunda forma de transferência de tecnologia, uma empresa nacional adquiria o direito de explorar patentes e conhecimento tecnológico de empresas do primeiro mundo que não o estavam utilizando no Brasil. Em ambos os casos, rapidamente surgiam dificuldades de processo industrial, o que obrigou a introdução de adaptações de processo. Quem faz adaptações de processo, logo percebe que modificações no produto podem torna-lo mais adequado às peculiaridades do mercado local. Por este caminho, desenvolveu-se a capacitação tecnológica das empresas nacionais e filiais para absorver e adaptar a tecnologia transferida de terceiros.

Até o final dos anos 80, a principal preocupação na estratégia tecnológica das empresas nacionais era a dependência tecnológica. Sem os recursos à disposição das grandes empresas mundiais, as empresas nacionais atendiam suas necessidades de tecnologia recorrendo a acordos de licença com o exterior. As filiais, naturalmente, recorriam às matrizes. Inicialmente, essa dependência tinha impacto direto na capacidade de lançamento de produtos e processos das empresas. Hoje o impacto é menos direto. Em pesquisa recente na indústria eletrônica, por exemplo, Nascimento (1995) constatou que as empresas alegam dominar as principais tecnologias envolvidas em seus produtos e processos.

Nos anos 90, esgotou-se o potencial de inovação pela simples introdução de produtos consagrados nos mercados desenvolvidos. Evidentemente, sempre que surge um novo produto em algum mercado desenvolvido, rapidamente o mercado brasileiro se apressa em adotá-lo. Entretanto, não há mais o hiato de décadas entre lançamento de um produto nos países desenvolvidos e sua introdução no mercado brasileiro. Além disso, nas indústrias tradicionais, é preciso ganhar da concorrência também no mercado brasileiro. O caolho não é mais bom o suficiente para tornar-se Rei!

Enquanto esgotava-se o modelo a base de substituição de importações via transferência da tecnologia, algumas empresas começavam a exercitar a inovação voltada ao mercado brasileiro apoiada na aplicação inteligente da tecnologia já conhecida. Continuavam a comprar tecnologia, mas também desenvolveram deliberadamente capacitação própria. Alguns dos nomes mais conhecidos entre as nacionais são Itautec, Embraer, Natura.

Enquanto isso a idéia da gestão globalizada da tecnologia estava criando oportunidades para algumas das filiais brasileiras assumirem um papel mais empreendedor dentro de seus grupos. Inicialmente criadas com o expresso propósito de comercializar e fabricar produtos da matriz para o mercado brasileiro, as filiais defrontam-se com um mercado dinâmico, incentivos à exportação, constelações específicas de fatores de produção, situação de concorrência regional especiais, tudo contribuindo para que sejam mais ousadas

em âmbito local. No caso brasileiro, a realidade da criação de blocos regionais, CEE, Alca e Mercosul, vem contribuindo para disseminar a estratégia de conferir mandatos regionais para muitas filiais brasileiras.

Inúmeros exemplos de produtos desenvolvidos para o mercado brasileiro, tanto por empresas nacionais como filiais, vão sugerindo a adoção de estratégias de inovação adequadas para empresas brasileiras e filiais. Para exemplificar, basta mencionar a Embraer, com o Bandeirante e o Brasília, os carros populares de 1000cc, a produção de tubos de TV de 20" pela Philips, o desenvolvimento de centrais telefônicas na Ericsson, os fogões Dako e as máquinas de lavar Enxuta para usuários de baixa renda, o desenvolvimento de caminhões e ônibus, os caixas automáticos da Itaotec.

As empresas brasileiras parecem ter aprendido a comprar e absorver tecnologia e, mais importante à combinar tecnologias de modo a criar e fabricar produtos adequados as peculiaridades do mercado brasileiro. Combinação que é o fulcro da inovação de nicho e arquitetural, vistas acima. Este certamente é o caso da indústria eletrônica. Também na inovação de natureza incremental, as empresas brasileiras aprenderam rapidamente como atesta o rápido crescimento do número de empresas certificadas pela ISSO 9000 nos últimos anos da década de 90.

Observa-se que muitas empresas, filiais e brasileiras, têm tratado de manter capacidade própria de desenvolvimento de produtos e processos. É o que mostram por exemplo os dados da ANPEI e inúmeros estudos de caso dos Simpósios de Gestão da Tecnologia, já em sua XXI versão. No caso das filiais, a barreira a vencer é o preconceito contra a suposta falta de competência dos brasileiros e a luta aguda pelos investimentos em inovação travada no interior das empresas.

## INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

Ronald Pinto Carreteiro

Na década de 90, os países em desenvolvimento confrontam-se com o desafio da modernização de suas estruturas de produção e da reestruturação dos processos de gestão. O binômio inovação tecnológica-competitividade passou a ter importância estratégica para a participação no mercado internacional. Os fatores determinantes da competitividade estão sendo redefinidos, fazendo sucumbir os incapazes de se adaptarem ao novo contexto e emergir novas empresas com base tecnológica.

Investimentos em tecnologia decorrem do novo paradigma do setor industrial, que privilegia a inovação como vantagem competitiva. As estratégias empresariais são definidas a partir da identificação de oportunidade e a competição é fundamental em vantagens desenvolvidas em centros de pesquisa, onde os custos do processo e a cadeia produtiva passam a ter um papel relevante. Dessa forma os investimentos em P&D passam a fazer parte da nova agenda de executivos e empresários, sendo estratégica a busca de parceiros no compartilhamento de gastos e riscos tecnológicos. Novas formas associativas estão sendo implementadas, como a terceirização e as cooperativas profissionais, com o intuito de redução de custo das empresas.

Com a difusão do conhecimento tecnológico, de práticas gerenciais contemporâneas e novas formas de organização da produção, a especialização foi alterada e em vários países de mão-de-obra barata estão sendo instaladas unidades de alta tecnologia. Este novo contexto de concorrência global introduz ajustes nos custos que afetam o emprego de milhares de pessoas. Novos postos de trabalho são criados exigindo mais qualificação profissional, alterando o perfil de exigências do trabalhador, e muitos postos de trabalho são eliminados, gerando conflitos inevitáveis.

Em contraste com essas evidências internacionais, a indústria brasileira ainda se encontra distante do patamar de eficiência e produtividade produtiva internacional. Até 1994, a indústria experimentou um processo de reestruturação, impondo-se uma maior dinâmica na atividade produtiva, em face da abertura econômica do início da década de 90. De todo modo, esse ajuste propiciou a sobrevivência das empresas e as preparou para o desafio de expansão, em função da estabilização da moeda e da política de exportação.

A onda neoliberal que afeta o mundo, com a globalização financeira e dos mercados, trouxe novos entrantes no setor industrial que produzem para o mercado mundial, tornando-se uma ameaça para as empresas locais, regionais, nacionais. Portanto, neste final de década, está em jogo a sobrevivência das empresas e a estratégia é a capacitação tecnológica e organizacional, além de forte revisão do posicionamento do estado e dos aspectos infra-estruturais, como energia, telecomunicações e transporte.

Com certeza, os esforços da alta gerência deverão se concentrar na implantação e manutenção de uma estrutura própria de pesquisa e desenvolvimento – P&D, em face do contexto da nova realidade competitiva. O processo inovatório passou a ser um atributo organizacional, uma vez que a empresa terá condições de ser bem-sucedida na medida em que for capaz de alterar de forma permanente o seu *product mix*.

A questão de a tecnologia poder ser analisada sob quatro ângulos:

- no primeiro, verifica-se a tecnologia envolvida nos processos de produção;
- no segundo, analisam-se os royalties eventualmente pagos por transferências de tecnologia, licenças e contratos de assistência técnica;

- no terceiro, a alta gerência se envolve quando a tecnologia passa a ser posicionamento estratégico da empresa;
- o quarto ocorre quando a alta gerência institui uma gestão própria da tecnologia, constituindo-se em decisões autônomas para obtenção ou desenvolvimento de tecnologia.

No Brasil, a intensidade com que a variável tecnologia vem se incorporando ao processo decisório das empresas reflete-se no baixo percentual de investimentos do país em C&T –cerca de 0,8%, em média, sobre o PIB (Produto Interno Bruto), quando países desenvolvidos investem acima de 2,5% do PIB.

Recente trabalho desenvolvido pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Empresas Industriais), envolvendo o período 1993/95, junto a 140 indústrias, observou um pequeno aumento do percentual do faturamento bruto destinado à inovação tecnológica, passando de 1,17% em 1993 para 1,27% em 1995, ainda bem abaixo dos percentuais verificados em países desenvolvidos, que chegam a alcançar 15%, como é o caso da IBM.

São muitas as questões a serem pensadas no processo de implantação de um centro de P&D ou uma equipe de P&D dentro de uma empresa. As empresas bem-sucedidas trazem a marca da incorporação da gestão tecnológica na gestão corporativa.

A alta gerência de qualquer empresa, de qualquer segmento, deve planejar o processo da introdução da função inovação tecnológica na gestão do seu negócio avaliando as seguintes questões:

- Questão: tomada de decisão – é o esforço de sistematizar e integrar as atividades de P&D na empresa, disseminando o seu conceito e a sua atitude perante o mercado competitivo. O desafio é o engajamento de toda a empresa, pela promoção do aproveitamento das janelas de oportunidades. O ambiente de negócios está exigindo que a estratégia tecnológica determine a liderança em determinados mercados e, portanto, a decisão de fazer o desenvolvimento tecnológico ou comprar a tecnologia deve ser tomada com o maior critério possível.
- Questão: interação – trata-se do esforço da alta gerência de efetuar uma integração horizontal da inovação tecnológica com as atividades de marketing e produção.
- Questão: valorização do empreendedor – trata-se de promover as condições para transformar o empregado em parceiro da organização, pela visão da motivação por resultados e capacitação para assumir riscos calculados. Este espaço dentro das empresas tem que ser criado para dar vazão ao processo criativo, pela identificação de oportunidades, pela união da idéia com o conhecimento, na busca de novos produtos, processos e serviços.
- Questão: avaliação de resultados – trata-se de medir o esforço de P&D pela análise do retorno do investimento.

A necessidade de ampliar os efeitos de P&D nos objetivos estratégicos é o maior desafio enfrentado pela alta gerência dentro do novo paradigma industrial, e mesmo os setores de “baixa tecnologia”; estão utilizando a “alta tecnologia” como vantagem competitiva.

Passou então a pesquisa tecnológica a determinar o futuro e o poder das nações, que na verdade emana da empresa e da sua cadeia de valor, envolvendo fornecedores e clientes. O novo paradigma industrial é a inovação tecnológica.

Texto extraído de <http://www.informal.com.br/artigos/art031.htm>

## TECNOLOGIA: UMA VISÃO HOLÍSTICA

Cicero Garcez

Toda tecnologia da atualidade necessita de integração para ser utilizada adequadamente, facilitando o próprio desenvolvimento tecnológico. A visão do todo no domínio da tecnologia pode acelerar e humanizar o seu uso, em particular nos processos de tomada de decisão consabedoria.

Temos que reconhecer a existência de dificuldades na adequação dos métodos tecnológicos à visão holística abordada na entrevista deste artigo. Sabemos que o desenvolvimento tecnológico do ocidente se fez sobre a visão cartesiana, a partir da divisão dos problemas pelas suas variáveis, quantificadas através de eixos específicos. Descartes alertou para as possíveis perdas na adoção do seu método e pessoalmente sinalizou para a existência de outras variáveis, além das consideradas no tratamento de um problema. No entanto seus seguidores foram muito mais radicais no fracionamento dos fatos do que o mestre e obtiveram muito êxito, o que levou a tecnologia aos limites superiores das especializações.

Conciliar criatividade com método e real com imaginário são desafios necessários para darmos os primeiros passos holísticos nas abordagens tecnológicas. Da mesma forma, tratar com desenvoltura generalizações e especializações, agregando todos esses conceitos, constitui o caminho adequado para a visão holística na tecnologia. A tecnologia nos parece, permanecerá vocacionada para as suas próprias especializações, porém a velocidade crescente do desenvolvimento tecnológico está exigindo dos seus gerentes e engenheiros de concepção posturas mais genéricas. Os conhecimentos verticalizados continuarão sendo o motor do desenvolvimento tecnológico, predominantemente cartesiano, porém está crescendo exponencialmente a integração horizontal dos conhecimentos, que podemos considerar o início da visão holística na tecnologia. Na realidade, as abordagens sistêmicas adotadas pelo ocidente no final da década de 40 foram as ações precursoras da referida visão holística no mundo científico-tecnológico, através da integração que já se vislumbrava, por meio dos tímidos relacionamentos entre as partes.

Em consequência, podemos dizer que integração é uma opção holística para a tecnologia, que recursivamente necessita de três posturas: a holística, a de sinergia e a de empatia. Postura no sentido de posição física e mental das pessoas em face dos acontecimentos e seus relacionamentos.

A postura holística pode ser considerada como a predisposição mental para tratar o todo além das suas partes. A Teoria Geral de Sistemas (1948) introduziu a postura holística nos ambientes científico-tecnológicos ao propor, para o tratamento dos seus problemas, a abordagem *top down*; do geral para o particular, consolidada pela Análise Estruturada de Sistemas, na década de 70. Esta recomenda a utilização dos Diagramas de Contexto, com detalhamentos hierárquicos dos processos e refinamentos sucessivos que permitam retornar sempre aos aspectos gerais do problema, para não nos perdermos nos detalhes improdutivos, normalmente desligados dos objetivos.

Sinergia é toda a ação cujo resultado é maior que a soma dos esforços isolados. A postura de sinergia deve identificar e estimular as ações que produzam mais efeitos que a soma das suas partes, valorizando as trocas complementares de esforços interpessoais que

produzam a desejada sinergia. As reuniões com sinergia são aquelas em que os participantes percebem que as conclusões alcançadas não seriam obtidas pela soma dos conhecimentos parciais, e sim pela sinergia dos diálogos, que produz acréscimos complementares ainda na fase de concepção mental de cada participante. A vaidade excessiva tem impedido que a sinergia atue nas reuniões, porque os mais ágeis se apropriam dos referidos acréscimos de conhecimento. Não os produziram sozinhos, mas não reconhecem a co-autoria dos mesmos, inibindo outros participantes, que se sentem lesados, sem entenderem bem o que se passa.

Empatia é o comportamento humano de se colocar no lugar do outro, para melhor entender seus procedimentos. A postura de empatia é a atitude de olhar os fatos segundo a visão do outro, sem compromisso de concordância ou piedade. A empatia é uma atitude de firmeza e autoconfiança, muito mais produtiva, em se tratando de ambiente tecnológico, do que a simpatia, que é uma relação de correspondência, afinidade e inclinação recíproca. A simpatia é latina - agradável, desejável e explícita - porém, sendo um ato de conquista, exige adesões, que raramente são duradouras nos ambientes de trabalho. A empatia, silenciosa, íntima e implícita, não pode se mostrar e por isso é mais produtiva. Podemos integrar alguns tópicos, como uma opção prática para atingirmos a visão holística na tecnologia, a partir das posturas anteriormente enunciadas.

### Metatecnologia

Ao desenvolver, comercializar ou utilizar qualquer tecnologia, deve-se identificar a que se destina e quais as tecnologias que lhe dão suporte.

A tecnologia a serviço da comunidade é uma das formas de garantir que o cidadão e o país venham a utilizar os seus benefícios.

A Tecnologia da Informação e o Software serão cada vez mais as tecnologias de suporte às demais. Conhecer os seus diferentes níveis de utilização passa a ser obrigatório para os gerentes, técnicos e usuários das modernas tecnologias.

### Sistemas de Informação

Considerando que a Tecnologia da Informação e o Software são duas excelentes metatecnologias - tecnologias para desenvolver e utilizar tecnologia - optamos pela adoção dos Sistemas de Informação como *envoltórias* para tratá-las com efetividade.

Sistema de Informação é considerado como envoltória porque os seus recursos possibilitam abordar tanto a Tecnologia da Informação como qualquer Software que lhe seja decorrente.

Efetividade é a qualidade de um produto ou serviço para que seja aceito, produzindo os efeitos desejados. A falta de efetividade é uma das nossas maiores mazelas tecnológicas.

Os Sistemas de Informação têm a capacidade de integrar qualquer tecnologia à sua utilização, ampliando a característica de envoltória que lhe está sendo atribuída.

### Reengenharia x Tecnofobia

A tranquilidade para avaliar as pressões dos modismos tecnológicos sem preconceitos ou temores, adotando os aspectos inovadores e produtivos, é um procedimento adequado para a

atualidade. A Reengenharia vem contribuindo para nos alertar sobre as repercussões dos avanços tecnológicos nos processos industriais, agrícolas, medicinais, educacionais, comerciais e administrativos.

Não é possível continuarmos a racionalizar processos absurdos, em face das tecnologias disponíveis a curto e médio prazos. Os fatores gerenciais de desempenho - prazo, custo e qualidade - devem nortear as racionalizações.

A Reengenharia Empresarial, no nosso país, deve se apoiar na Administração Sistêmica de Recursos Humanos, na Tecnologia Organizacional e na Tecnologia da Informação.

Por essas características, mais uma vez os Sistemas de Informação se apresentam como candidatos a envolver os procedimentos motivados pela Reengenharia.

### Requisitos para Sistemas de Informação

A integração das organizações, pessoas e tecnologias nascentes é o elo perdido entre os Sistemas de Informação e a Reengenharia Empresarial.

Os requisitos para Sistemas de Informação condicionados pelos avanços tecnológicos são um excelente caminho para a Reengenharia Empresarial. Sistemas de Informação aqui considerados como a integração dos respectivos Sistemas Organizacionais e Sistemas Computacionais.

Partindo da visão de que marketing é a capacidade de transformar a realidade em sonho, ou seja, um produto em desejo, a Análise de Requisitos seria o seu oposto, destinada a transformar sonhos em realidades, principalmente nas organizações em que as novas tecnologias ainda estão distantes das suas próprias realidades.

Os agentes de qualquer Análise de Requisitos (gerentes, técnicos e usuários), para participarem com efetividade no processo, necessitam de confiança recíproca. A confiança em si e nos outros, em particular a profissional, passa pela valorização do relacionamento humano, reconhecidamente complexo, porque pode envolver diferentes posturas, como a física, a emocional, a mental e a espiritual.

### Empresa virtual

Em busca da visão holística para a tecnologia, já abordamos a postura das pessoas e as particularidades da própria tecnologia. Falta tratar o componente organizacional.

As organizações precisam de flexibilidade. Os custos organizacionais não podem reduzir os recursos a serem investidos nas pessoas e nas novas tecnologias. As organizações virtuais podem ser uma alternativa.

A aceleração do desenvolvimento tecnológico tem tornado, no final deste século, as fronteiras entre o real e o imaginário cada vez mais tênues. As empresas virtuais estão nessas fronteiras e deverão ocupar destacadas posições na Sociedade do Conhecimento que se aproxima.

### Conhecimento

Quando o conhecimento se amplia para o todo, como se recebesse um tratamento holístico, tende a se transformar em sabedoria. A sabedoria é uma boa perspectiva para a qualidade de vida dos que têm que decidir constantemente.

Devido à aceleração tecnológica dos próximos anos, a Tecnologia da Informação, a partir da evolução da Inteligência Artificial, associada à Neurociência, deve produzir a Tecnologia do Conhecimento, a ser fundamentada pela Ciência Cognitiva. Muitas decisões não dependem apenas de informações, e sim de conhecimento.

Ora tratando com simuladores, ora utilizando fatos reais, cada vez mais a sociedade vai constituir-se em comunidades virtuais, diversificadas pelos mais diferentes interesses, através dos recursos telecomputacionais de alta tecnologia. Custos viáveis, realismo surpreendentes e grandes velocidades caracterizarão essas novas comunidades, em que o contato humano se valorizará intensamente, a partir da expansão das consciências individuais.

Em uma Sociedade do Conhecimento, o uso do conhecimento por todos os segmentos da sociedade será intensivo. Há, no entanto, muitos níveis de conhecimento, motivo pelo qual a palavra tem significados de diferentes gradações de conhecer, desde o conhecimento superficial, assemelhado a uma informação, até o conhecimento profundo, que exige muita elaboração pessoal para ser adquirido.

Nesse contexto, consideremos o conhecimento como sendo a forma organizada de informações consolidadas pela mente humana, através dos mecanismos cognitivos da inteligência, da memória e da atenção.

Concluindo, o uso do conhecimento com sabedoria, fundamentado nas avançadas tecnologias e na auto-realização dos participantes através da consciência das suas múltiplas dimensões humanas, como a física, a emocional, a mental e a espiritual, desde que associadas ao tratamento sistêmico dos recursos humanos e às formas flexíveis de organização, pode melhorar a nossa qualidade de vida, motivando o aperfeiçoamento recursivo da prática da visão holística para a tecnologia e seus agentes.