

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail [bibfea@usp.br](mailto:bibfea@usp.br) para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade  
Departamento de Administração

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O PAPEL DA  
COMPLEXIDADE DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO NA  
CAPACIDADE DE LANÇAR PLATAFORMAS DE PRODUTOS

Paulo Soares Figueiredo

Orientador: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu

São Paulo  
2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade  
Departamento de Administração

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O PAPEL DA  
COMPLEXIDADE DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO NA  
CAPACIDADE DE LANÇAR PLATAFORMAS DE PRODUTOS

*Dissertação apresentada ao Departamento de  
Administração da Faculdade de Economia,  
Administração e Contabilidade da Universidade  
de São Paulo, como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em Administração*

Paulo Soares Figueiredo

Orientador: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu

São Paulo  
2003

**DEDICATÓRIA**

Aos meus queridos pais,  
Pedro e Maria Alice  
Figueiredo

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>CAPÍTULO 1 - O PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	7
1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA E CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	7
1.4 OBJETIVOS E METODOLOGIA UTILIZADA.....	9
1.5 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	10
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS CONCEITUAIS.....</b>	<b>11</b>
2.1 MODELO TEÓRICO.....	11
2.2 PLATAFORMA OU FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	13
2.3 UM CONCEITO MAIS ABRANGENTE DE PLATAFORMA/FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	16
2.4 DESEMPENHO E COMPLEXIDADE NO DPP.....	19
2.5 ESTRATÉGIA DE NOVOS PRODUTOS E ESTRATÉGIA EMPRESARIAL EM DPP.....	26
2.6 APLICAÇÕES PARA A PESQUISA.....	37

<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>39</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	40
3.2 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES DA PESQUISA.....	40
3.3 VARIÁVEIS DA PESQUISA.....	45
3.4 PLANO DE AMOSTRAGEM.....	48
3.5 COLETA DE DADOS.....	50
3.6 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	57
<b>CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DA SADIA.....</b>	<b>58</b>
4.1 PERFIL DA SADIA.....	58
4.2 O PROCESSO DE DPP NA SADIA.....	63
4.3 DADOS COLHIDOS E RESULTADOS.....	68
<b>CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DA EMBRAER.....</b>	<b>77</b>
5.1 PERFIL DA EMBRAER.....	77
5.2 O PROCESSO DE DPP NA EMBRAER.....	84
5.3 DADOS COLHIDOS E RESULTADOS.....	92
<b>CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DA CALOI.....</b>	<b>96</b>
6.1 PERFIL DA CALOI.....	96
6.2 O PROCESSO DE DPP NA CALOI.....	101
6.3 DADOS COLHIDOS E RESULTADOS.....	106
<b>CAPÍTULO 7 – ANÁLISE DAS EMPRESAS BOEING, DIEBOLD E INTEL.....</b>	<b>113</b>

<b>CAPÍTULO 8 – ANÁLISE CRUZADA DOS RESULTADOS.....</b>	<b>118</b>
8.1 RESULTADOS NAS SEIS EMPRESAS.....	118
8.2 ANÁLISE QUALITATIVA DOS RESULTADOS.....	123
8.3 CONCLUSÕES.....	143
<b>CAPÍTULO 9 – CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>144</b>
9.1 CONTRIBUIÇÕES.....	145
9.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	147
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>155</b>
ANEXO 1: QUESTIONÁRIO .....	155

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida dos produtos e taxas de Inovação.....	32
Figura 2: Fatores que influem na capacidade de realizar lançamentos.....	38
Figura 3: Parcerias de risco do projeto EMB-170/190 da Embraer.....	91
Figura 4: Composição dos investimentos em DPP da Embraer.....	95
Figura 5: Diferentes <i>designs</i> das bicicletas Caloi: Modelos Super Carga, SK pro 27v e Supra 21v <i>suspension</i> .....	107
Figura 6: Dois modelos da mesma família e de linhas diferentes (Pro e Standard): T Type Pro21 <i>suspension</i> e Aluminum T Type Sport <i>suspension</i> ..	107
Figura 7: Aproximações na apuração das variáveis nas empresas americanas.	121
Figura 8: Teoria e dados reais nas seis empresas pesquisadas.....	123
Figura 9: Fatores que influem na capacidade de realizar lançamentos.....	124
Figura 10: Efeitos das diferentes ênfases em DPP.....	129
Figura 11: Efeitos das parcerias de risco.....	131
Figura 12: Evolução da produção de aeronaves da Embraer.....	134
Figura 13: Custo por assento nas famílias de aeronaves da Embraer.....	139
Figura 14: Evolução dos investimentos nos projetos de plataformas da Sadia, Embraer e Caloi.....	142

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Áreas de pesquisa em DPP.....	4
Tabela 2: Determinação de segmentos de produto-mercado e estratégias alternativas de crescimento.....	30
Tabela 3: Análise dos fatores externos a uma organização.....	31
Tabela 4: Características de cada fase do processo de produção.....	33
Tabela 5: Indicadores dos custos de projetos de desenvolvimento em dois setores industriais.....	35
Tabela 6: Custos de desenvolvimento para cinco produtos de diferentes companhias.....	36
Tabela 7: Características dos projetos de novas plataformas e do tipo extensão na Sadia.....	66
Tabela 8: Derivados da plataforma de pratos prontos da Sadia.....	70
Tabela 9: Receita, investimentos totais e investimentos nas oito novas plataformas da Sadia .....	73
Tabela 10: Detalhes dos investimentos nas plataformas lançadas pela Sadia.....	74
Tabela 11: Resumo dos resultados na Sadia, com correção monetária.....	74
Tabela 12: Investimentos e receita da Embraer.....	93
Tabela 13: Resumo dos resultados na Embraer, com correção monetária.....	93
Tabela 14: Plataformas lançadas pela Caloi.....	109
Tabela 15: Investimentos e receita da Caloi (segmento de bicicletas).....	110
Tabela 16: Resumo dos resultados na Caloi, com correção monetária.....	111
Tabela 17: Dados coletados nas empresas americanas.....	115
Tabela 18: Lançamento de plataformas nas três empresas americanas.....	116
Tabela 19: Complexidade e Capacidade normalizada nas três empresas americanas.....	117
Tabela 20: Resultados nas seis empresas.....	119
Tabela 21: Porcentuais da receita investidos em P&D nas maiores empresas aeroespaciais.....	122
Tabela 22: Composição dos investimentos em DPP da Sadia, Embraer e Caloi.	126

## RESUMO

Este trabalho se insere numa linha de pesquisa sobre os fatores determinantes da composição das carteiras de projetos de desenvolvimento de produtos (PDP) e seus reflexos em sistemas de gestão de inovação nas empresas. Especificamente, o presente trabalho explora, num determinado período, as relações entre a complexidade de projetos de desenvolvimento de produtos e o número de lançamento de produtos novos, que é uma medida de desempenho da carteira de PDP da empresa. O trabalho representa uma continuação da pesquisa de Yu e Nascimento (2000), que foi aplicada nas empresas americanas Boeing, Diebold e Intel, e cujos resultados são apresentados em conjunto com os novos dados colhidos nas empresas nacionais Embraer, Sadia e Caloi. A suposição central deste trabalho é que um produto mais complexo exigirá maior investimento e maior tempo para o seu desenvolvimento. Conseqüentemente, é esperado que para um dado orçamento de desenvolvimento de produtos, é possível ter mais PDP na carteira quando o produto é menos complexo, e ter menos PDP na carteira quando o tipo de produto é mais complexo. Em outros termos, quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos de um segmento industrial, mais custoso e demorado será para desenvolver e lançar um novo produto.

## ABSTRACT

This research belongs to the literature that addresses the determinant factors of the composition of portfolios of product development projects, and the consequences of these factors to the innovation management systems of firms. Specifically, this research explores, for a certain period, the connections between the complexity of projects of new platforms and the number of new platforms developed in each firm (which is a way of measuring the performance in developing new products and processes).

This work is an expansion of the research made by Yu and Nascimento (2000), which addressed three american firms: Boeing, Diebold and Intel. The results obtained by them are presented here, together with new data, collected in three brazilian firms: Embraer, Sadia and Caloi. The main assumption of this work is that a more complex product demands more investment and more time to be developed. Consequently, it is expected that for a given budget for product development, it is possible to have more projects simultaneously, when the products are less complex, and less projects when the products are more complex. In other words, the more complex the process of development of products is for a given industrial segment, the more expensive it will be, and the longer it will take, to develop and release a new product.

## CAPÍTULO 1

### O PROBLEMA DE PESQUISA

Este capítulo busca situar a pesquisa na área de conhecimento a que pertence, apresentando, de forma resumida, o problema de pesquisa e justificando o tema escolhido. Além disso, é feita uma introdução à metodologia utilizada, aos objetivos do trabalho, e aos resultados e contribuições.

#### 1.1 Introdução

Esta pesquisa se insere na área de Gestão do Desenvolvimento de Produtos e Processos (DPP). Krishnan e Ulrich (2001) definem desenvolvimento de produtos como “*a transformação de uma oportunidade de mercado em um produto disponível para a venda*”. O desenvolvimento de produtos e processos é de importância especial para as empresas industriais, pois para atender às constantes mudanças das preferências dos clientes, para antecipar os lançamentos dos concorrentes e/ou responder a eles, para aproveitar as oportunidades tecnológicas e para conquistar uma maior participação no mercado, uma opção estratégica chave é investir em desenvolvimento de novos produtos. Nas indústrias mais variadas, desde as de software às de automóveis, as empresas que desenvolvem, rapidamente, produtos e processos inovadores e tentadores aos consumidores (finais ou industriais), têm mais chances de serem bem sucedidas comercialmente. Por outro lado, empresas que lançam produtos “fora do alvo” têm mais chances de serem derrotadas (Brown e Eisenhardt, 1995). O DPP é, portanto, uma fonte potencial de vantagem competitiva para muitas empresas. É também importante porque é um meio para as organizações se diversificarem, adaptarem e reinventarem, acompanhando a evolução dos mercados e das condições técnicas (Meyer e Dalal, 2001).

Nos últimos 15 anos, o ritmo de surgimento das pesquisas em DPP tem aumentado (Brown e Eisenhardt, 1995), e cada vez mais pesquisadores sondaram as questões relacionadas a este processo, como por exemplo, Clark e Fujimoto (1991) e Yu e Nascimento (2000). O interesse em DPP e a importância da proficiência em DPP foram notados pela imprensa (*The Economist*, 1998 e *Business Week*, 1992). A ideia geral parece ser a de que, apesar de as mudanças tecnológicas e nos mercados nunca poderem

ser totalmente controladas, o desenvolvimento pró-ativo de produtos pode influenciar a competitividade, a adaptação e a renovação das empresas.

Apesar da crescente importância dos estudos sobre DPP nas empresas brasileiras, poucas pesquisas com tal objetivo vêm sendo empreendidas em nossas escolas de Administração, e esta pesquisa constitui uma contribuição para aumentar estas pesquisas. Ela tem como objetivo reunir informações para determinar o papel da complexidade de projetos de desenvolvimento de novos produtos na capacidade de lançar famílias de produtos das empresas pesquisadas. Para levar a cabo tais anseios, empreendeu-se uma revisão da literatura que abrangeu os seguintes tópicos: desenvolvimento de novos produtos e processos, estratégia em DPP e estratégia empresarial relacionada ao DPP. Estes tópicos são os mais importantes e pertinentes ao trabalho, em função do problema de pesquisa que foi definido.

Foram estudadas três empresas brasileiras: Embraer (aviões), Sadia (alimentos) e Caloi (Bicicletas e equipamentos esportivos), além da Boeing, Diebold e Intel, empresas americanas que atuam respectivamente nos setores de aeronáutica, caixas automáticos e microprocessadores. Estas últimas três empresas foram analisadas no artigo que serviu de base para este trabalho, de autoria dos profs. Abraham Yu e Paulo Tromboni do Nascimento, da FEA-USP, apresentado no ano 2000. Os dados relativos às empresas americanas foram aprimorados pelo uso de correção monetária e de extrapolações numéricas mais adequadas.

O presente estudo, de caráter exploratório, verificou empiricamente a hipótese de que quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos de um segmento industrial, menor será o número de lançamentos de produtos novos por faturamento da empresa. Os resultados confirmaram esta hipótese. Outras contribuições da pesquisa incluem a formulação de um novo conceito de família ou plataforma de produtos, e a elaboração de estudos de caso, focados nos processos de DPP das três empresas brasileiras.

### **As áreas de pesquisa em DPP**

Existem vários artigos que revisam a literatura de DPP. Dentre eles, podem ser citados os de Krishnam e Ulrich (2001) e Brown e Eisenhardt (1995). Em seu artigo, Brown e Eisenhardt (1995) realizaram uma revisão da literatura focada, como a de Krishnan e Ulrich, em estudos empíricos normativos nos quais o projeto de

desenvolvimento é a unidade de análise. Este foco é interessante, pois é o mesmo da presente pesquisa. Os autores definiram três correntes de pesquisa na área, que são: planejamento, rede de comunicação e solução ordenada dos problemas. Para cada uma das correntes de pesquisa, foram indicados os trabalhos mais relevantes para cada um dos principais conceitos relacionados ao DPP como, por exemplo, teoria, métodos, produto, mercado, times de projeto, fornecedores e desempenho.

Krishnan e Ulrich (2001) realizaram uma revisão bastante abrangente da literatura relacionada ao DPP, e buscaram identificar as decisões que estão envolvidas no processo de desenvolvimento. Esta revisão incluiu trabalhos das áreas de *marketing*, operações e engenharia, possibilitando, segundo os autores, ilustrar a estruturação das pesquisas realizadas em toda a área, de acordo com as diferentes perspectivas funcionais.

Ao utilizarem os diferentes tipos de decisão associados ao DPP como parâmetro de classificação, os dois autores enfatizam os aspectos normativos das pesquisas, ou seja, apontam para critérios, medidas, e normas para a realização ou avaliação de algum aspecto ou atividade relacionada ao DPP. A presente pesquisa tem caráter descritivo e não normativo, portanto o objetivo principal, ao se analisar o trabalho de Krishnan e Ulrich, não é o de identificar trabalhos com metodologias e/ou hipóteses semelhantes, mas sim o de situar a pesquisa na área de conhecimento a que pertence, e apontar alguns dos conceitos e normas já estabelecidas na área, visando utilizá-las de acordo com os propósitos específicos da pesquisa. Este último objetivo é desenvolvido no capítulo 2, de fundamentos conceituais. A análise feita a seguir, com base na tabela das áreas de pesquisa em DPP elaborada por Krishnam e Ulrich (tabela 1), aponta as áreas de conhecimento que estão relacionadas à presente pesquisa.

Este trabalho, por ter caráter descritivo, se assemelha mais às pesquisas como as de Abernathy e Utterback (1978) e Utterback (1978) do que às apontadas por Krishnam e Ulrich. Abernathy e Utterback realizaram uma pesquisa descritiva, a qual gerou um modelo que sugere como os tipos de inovação buscados por empresas (nas suas unidades produtivas) mudam conforme as mesmas evoluem. Segundo este modelo, empresas pioneiras ou “jovens” têm objetivos menos definidos para o *design* de seus produtos, e se concentram em atender a especificações de desempenho dos mesmos. Conforme a empresa e o mercado amadurecem, as inovações passam a ser focadas nos processos, e não nos produtos, e o ritmo delas diminui.

Krishnam e Ulrich (2001) criaram um sistema de classificação que divide as pesquisas em DPP em duas categorias: a que envolve decisões em um projeto de desenvolvimento específico e a que envolve decisões sobre a estruturação dos sistemas de DPP. Estas duas categorias, por sua vez, são divididas em diferentes áreas ou temas, apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 1**

**Áreas de pesquisa em DPP:**

<b>Decisões em um projeto</b>	Desenvolvimento dos conceitos do projeto	Definição de cadeia de fornecedores	Desenho do produto	Testes de desempenho e validação/ fabricação e lançamento
<b>Decisões sobre estruturação do DPP</b>	Estratégia e planejamento de produtos	Organização do DPP	Gerenciamento dos projetos	

Fonte: Krishnan e Ulrich (2001)

O presente trabalho se inclui na área temática de “Estratégia e Planejamento dos Produtos”, e se refere a algumas das decisões sobre estruturação dos sistemas de DPP ou, mais especificamente, sobre as carteiras de projetos de desenvolvimento.

A estratégia e planejamento de produtos envolve decisões sobre o mercado-alvo da empresa, o *mix* de produtos, a priorização de projetos, a alocação de recursos, e a seleção das tecnologias. Mansfield e Wagner (1975, *apud* Krishnan e Ulrich, 2001) mostram que estes fatores têm uma influência significativa na probabilidade de sucesso econômico. As decisões envolvidas demandam esforços para coordená-las com as estratégias corporativas, de *marketing* e de operações da empresa. Os principais trabalhos desta área de pesquisa que estão diretamente relacionados a este trabalho estão descritos no capítulo de fundamentos conceituais e no capítulo de metodologia.

Outras áreas temáticas de pesquisa definidas por Krishnan e Ulrich também abordam aspectos importantes para esta pesquisa, os quais foram descritos resumidamente a seguir.

1. Desenvolvimento dos conceitos dos produtos

As decisões sobre os conceitos dos produtos definem não apenas as suas especificações preliminares (dimensões, materiais utilizados, detalhes da fabricação e

montagem etc.) e a sua configuração física (aspecto, cores etc.), mas também os acessórios e suprimentos que serão disponibilizados para o consumidor após a venda, e o serviços oferecidos no seu ciclo de vida.

Dois tipos de decisão desta área temática têm bastante importância para esta pesquisa, por estarem relacionadas ao desenvolvimento de produtos em famílias ou plataformas. A primeira é a escolha dos derivados ou variantes do produto, que deve equilibrar a heterogeneidade das preferências dos consumidores e a economia da padronização nos projetos e na produção. Lancaster (1990) discute a questão econômica da variedade de produtos. Ho e Tang (1998) apresentam uma coleção de artigos de pesquisa relacionados à variedade de produtos. A decisão sobre a arquitetura do produto, e sobre quais componentes devem ser compartilhados entre os produtos no *portfolio* da empresa também é importante. O trabalho de Rutenberg (1969) é um dos primeiros nessa área. Ele mostra que o problema de determinar o conjunto de componentes que minimizam o custo de um projeto pode ser mapeado num programa dinâmico, auxiliando no compartilhamento de componentes entre os produtos, com o objetivo de reduzir os estoques necessários. Este custo é uma variável importante para a presente pesquisa, pois o custo total de um projeto, incluindo despesas como *marketing*, engenharia não rotineira e pesquisa e desenvolvimento, é o indicador utilizado para medir a complexidade dos projetos.

Gupta e Krishnan (1999), num trabalho mais recente, discutem a seleção de componentes integrados e de fornecedores para uma família ou plataforma de produtos. A definição do conceito de plataforma foi abordada por inúmeros autores. Esta definição é essencial para a presente pesquisa, pois é necessário determinar o número de plataformas lançadas por uma empresa num determinado período. Dentre os autores que realizaram trabalhos sobre este tema, podem ser citados Sanderson e Uzumeri (1997) e Meyer e Dalal (2001).

## 2. Definição de cadeia de fornecedores

O termo cadeia de fornecedores inclui não apenas o fluxo de materiais, mas também o de propriedade intelectual. Ou seja, a definição da cadeia de fornecedores compreende a seleção dos fornecedores e também as questões relacionadas ao desenho do sistema produtivo e de distribuição.

Das decisões relacionadas a essa área, a mais importante para essa pesquisa é a que diz respeito a quem irá desenvolver e fabricar o produto, pois será importante determinar que tipo de parcerias de risco cada empresa utilizou no desenvolvimento de seus produtos, já que estes investimentos diminuem o valor contabilizado (custo) dos projetos de desenvolvimento da empresa. Numa parceria de risco, a empresa parceira é quem desenvolve a tecnologia e os equipamentos necessários à fabricação de peças ou de partes do produto. A decisão sobre *quem* irá desenvolver componentes e quem irá produzi-los e testá-los foi abordada por Ulrich e Ellison (1998), que afirmam que estas decisões devem ser tomadas simultaneamente, para que melhores resultados sejam obtidos.

### 3. Organização do DPP

Esta área de pesquisa possui vasta bibliografia. Clark e Wheelwright (1993) e Clark e Fujimoto (1991), por exemplo, são dois expoentes que tiveram seus trabalhos citados diversas vezes nesta pesquisa. Todas as decisões ligadas à organização do DPP são importantes para a mesma, pois influem no custo dos projetos. É razoável supor que uma organização mais eficiente do DPP, adequada às dimensões da empresa e do(s) seu(s) grupo(s) de desenvolvimento, resulta em projetos de menor custo, ou complexidade. Yu e Nascimento (1999, 2000, 2002) realizaram diversas pesquisas nesta área.

Algumas das decisões associadas à organização do DPP são: quais investimentos serão feitos em infra-estrutura, que tipo de processo de desenvolvimento será utilizado (p.ex. *Gates* ou etapas de aprovação), qual será a forma de organização dos grupos de desenvolvimento (matricial, funcional ou por projeto), qual será a forma de medir o desempenho do projeto e qual será a localização física do grupo de desenvolvimento.

### 4. Gerenciamento dos projetos

No gerenciamento de um projeto, são tomadas decisões sobre a prioridade relativa dos objetivos do desenvolvimento, sobre o seqüenciamento e agendamento das atividades de desenvolvimento, sobre os estágios ou fases mais importantes do projeto, sobre os protótipos, mecanismos de coordenação dos integrantes do grupo de desenvolvimento e sobre o controle do projeto como um todo.

O desempenho do processo de desenvolvimento, variável importante para esta pesquisa, é uma medida fundamental para o gerenciamento de projetos. Em geral, este desempenho é medido pelo *lead-time* do desenvolvimento do produto, pelo custo do processo, e pela qualidade ou atratividade do produto para o mercado. Este aspecto do gerenciamento de projetos foi estudado por vários autores citados por Krishnan e Ulrich (Clark e Fujimoto 1991, Griffin 1997, Iansiti e Clark 1994). No presente trabalho, é utilizada uma das medidas de desempenho da carteira de projetos de DPP, a capacidade de lançar novas famílias de produtos.

## 1.2 Formulação do problema

Um fluxo contínuo de novos produtos é essencial para empresas que desejam se manter competitivas. Segundo Barczak (1995), os ciclos de vida cada vez mais curtos dos produtos demandam um processo de desenvolvimento mais eficiente e uma maior capacidade de realizar lançamentos.

No gerenciamento de uma carteira de projetos de DPP, muitas decisões relacionam o custo dos investimentos (utilizado nesta pesquisa como indicador da complexidade dos projetos) com a frequência e o momento de introdução de novos produtos. Algumas das principais perguntas que relacionam estas dimensões são:

*“Por que alguns tipos de indústria realizam mais lançamentos de novos produtos que outras? Qual a influência da complexidade dos projetos de desenvolvimento sobre a capacidade de realizar lançamentos? Como prever mudanças no número de projetos de desenvolvimento de uma empresa, em função de alterações no faturamento e no valor investido no desenvolvimento de novos produtos e processos?”*

O problema de pesquisa está diretamente relacionado a estas questões, e pode ser formulado da seguinte maneira:

*“Como a complexidade de projetos de desenvolvimento influencia a capacidade de lançar plataformas de produtos no conjunto de empresas pesquisadas?”*

## 1.3 Justificativa do tema e contribuições da pesquisa

Apesar da crescente importância dos estudos sobre DPP nas empresas brasileiras, poucas pesquisas com tal objetivo vêm sendo empreendidas em nossas escolas de

Administração, e este projeto almeja contribuir para aumentar estas pesquisas. As empresas industriais brasileiras têm relevância no atual contexto sócio-econômico do país, em especial como fonte de arrecadação de impostos. Assim, um esforço em descrever seu comportamento é de grande valia. Quase 63% da carga tributária brasileira recai sobre o setor produtivo nacional, representando uma arrecadação de R\$ 252 bilhões. Deste total, o setor industrial arrecada R\$ 75,5 bilhões, ou aproximadamente 30%.<sup>1</sup>

Este trabalho procura contribuir para a literatura de gestão de desenvolvimento de produtos e, mais especificamente, para os estudos sobre a estratégia de desenvolvimento de novos produtos. A estratégia em DPP pode ser definida como as considerações sobre os esforços das empresas para lançarem novos produtos (Firth e Narayanan, 1996).

Como Yu e Nascimento (1999, 2000 e 2002) apontaram que composição da carteira de projetos de desenvolvimento de produtos (PDP) determina em grande parte o tipo do sistema de gestão mais adequado para o desenvolvimento e reflete diretamente a estratégia da empresa para o lançamento de novos produtos, o entendimento das forças que moldam esta composição é muito relevante para os estudiosos e os executivos preocupados com este aspecto chave de administração. Os autores citados concluíram que sistemas de gestão mais centralizados são utilizados por empresas com poucos projetos mais complexos, e sistemas de gestão descentralizados são utilizados por empresas com um número maior de projetos menos complexos.

Para os fins desta pesquisa, foi desenvolvido um critério para definição de plataforma ou família de produtos. Este critério é totalmente inovador, e pode servir como mais uma ferramenta na análise do DPP nas empresas por parte de outros pesquisadores ou administradores. A definição “clássica” de uma plataforma de produtos, como um *subsistema comum, utilizado numa série de produtos individuais por meio de uma arquitetura de produto compartilhada* (Meyer e Lehnerd, 1997), foi utilizada no estudo de empresas que fabricam produtos montados (Meyer, Tertzakian e Utterback, 1997) e não montados (Meyer e Dalal, 2001), e em empresas que desenvolvem *softwares* (Meyer e Sellinger, 1998, *apud* Meyer e Dalal, 2001) e que prestam serviços (Meyer e Detore, 1999, *apud* Meyer e Dalal, 2001). O conceito utilizado na presente pesquisa, mais

---

<sup>1</sup> Fonte: Radiobrás, 2001. “Setor produtivo e famílias são quem mais pagam tributos no Brasil”, artigo disponível no site <http://www.radiobras.gov.br/materia.phtml?materia=147414&q=1&editoria=EC>

amplo, possibilita definir plataformas na carteira de produtos de qualquer empresa industrial (seja de produtos montados ou não montados), e, possivelmente, em empresas de serviços.

Outra contribuição desta pesquisa foi possibilitar o estabelecimento limites superiores para o desempenho em lançamento de novas plataformas, ou seja, quantas plataformas determinada empresa pode lançar num período, em função dos valores da receita de vendas, do custo médio de uma plataforma e do percentual da receita que é investido em desenvolvimento (que são as principais variáveis analisadas em cada empresa).

#### 1.4 Objetivos e metodologia utilizada

O principal objetivo da pesquisa é elucidar alguns dos fatores determinantes da composição das carteiras de projetos de desenvolvimento de produtos (PDP). Neste sentido, ela visa *reunir informações para determinar o papel da complexidade de projetos de desenvolvimento na capacidade de lançar plataformas de produtos* nas empresas pesquisadas. Especificamente, o trabalho explora, num determinado período, as relações entre a complexidade de projetos de desenvolvimento de produtos (medida pelo custo de desenvolvimento) e o número de lançamentos de novas plataformas de produtos. Para determinar estas relações, é necessário conhecer em profundidade o processo de DPP nas empresas pesquisadas, em especial quanto aos métodos, processos e tecnologias utilizadas. Como consequência disso, foram elaborados três estudos de caso.

Para os fins desta pesquisa, o critério de apuração do custo das novas plataformas inclui não apenas os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia não rotineira, mas todos os custos relacionados a esta atividade como, por exemplo, investimentos em *marketing*.

No que tange à metodologia de pesquisa, foi realizado um estudo exploratório, empírico, descritivo e de campo, no universo das grandes empresas industriais brasileiras de capital nacional ou estrangeiro. A amostra foi de três empresas, nas quais a coleta de dados gerou estudos de caso. Também foram utilizados dados secundários, de três empresas americanas.

Os instrumentos de coleta de dados foram entrevistas (em geral com gerentes das áreas de desenvolvimento e de *marketing*), e um questionário, utilizado como guia

nas entrevistas. O estudo procura comparar as carteiras de PDP de empresas de diversos setores industriais e não enfoca um único segmento da indústria, apesar de terem sido analisadas duas empresas de um mesmo setor, a Boeing e a Embraer.

### **1.5 apresentação dos capítulos**

Inicialmente, são apresentados os fundamentos conceituais utilizados na pesquisa, no capítulo 2, que inclui uma revisão da literatura e o detalhamento dos conceitos mais importantes para o trabalho. Em seguida, há um capítulo que detalha a metodologia utilizada na pesquisa. Uma vez definidos os métodos e a estratégia de coleta de dados, as empresas pesquisadas são analisadas, por meio dos seus perfis, que as descrevem em termos gerais (histórico, descrição das atividades, concorrentes, mercado em que estão inseridas, etc) e por meio dos seus processos de DPP. Os dados das empresas americanas, coletados por Yu e Nascimento (2000), são apresentados num capítulo à parte. Nestas empresas, não foi aplicada a metodologia de estudo de caso, e foi feita apenas uma coleta de dados a partir de diversas fontes, como *sites* das empresas na Internet, relatórios etc. Em seguida, há o capítulo de análise cruzada dos resultados e, finalmente, o capítulo de conclusões e recomendações.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTOS CONCEITUAIS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar os principais conceitos utilizados na pesquisa e validá-los com uma revisão da literatura, direcionada especificamente para os objetivos do trabalho. São apresentadas diferentes formas de abordar cada conceito, e são apontadas as formas de abordagem que foram adotadas.

A presente pesquisa é norteada pelo modelo teórico que foi desenvolvido por Yu e Nascimento (2000), apresentado a seguir. Os principais conceitos inerentes a este modelo são analisados em maior profundidade no capítulo de metodologia, que expande a revisão da literatura apresentada no artigo dos dois autores e detalha as condições e limitações para sua aplicação.

#### 2.1 Modelo Teórico

O trabalho de Yu e Nascimento (2000) apresentou uma relação teórica entre a complexidade de projetos de desenvolvimento de produtos e o número de lançamentos de produtos novos em empresas que atuam em um único segmento industrial. Visando verificar empiricamente esta relação, os autores definiram condições necessárias para que esta relação se estabelecesse, e apresentaram os resultados de dois estudos exploratórios para verificar empiricamente a análise teórica. Os resultados preliminares do trabalho confirmaram a hipótese inicial: quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos de um segmento industrial, menor será o número de lançamentos de produtos novos por faturamento da empresa.

O modelo teórico de Yu e Nascimento determina uma relação direta entre as variáveis utilizadas para abordar o problema de pesquisa, todas medidas para um determinado período de anos. As variáveis são:

$P$  = número de famílias desenvolvidas e lançadas;

$C$  = custo médio de desenvolvimento de uma plataforma ou famílias;

$R$  = faturamento (receita bruta de vendas) da empresa (valor total do período de anos, somado);

$d$  = proporção média do faturamento ( $R$ ) alocada às atividades de desenvolvimento de produtos (pesquisa, desenvolvimento, engenharia, *marketing*, ativos fixos etc.).

A relação entre estas variáveis pode ser representada na seguinte equação:

$$P/R = d/C. \quad \text{Equação 1.}$$

A relação ( $P/R$ ) pode ser interpretada como a capacidade normalizada de lançar novas plataformas por unidade de faturamento, que é um parâmetro de desempenho do sistema de DPP das empresas. Interpretando o parâmetro  $C$  como um indicador de complexidade dos projetos de desenvolvimento de produtos, a Equação 1 mostra que um aumento da complexidade (valores crescentes de  $C$ ) implicaria redução da capacidade normalizada de lançar plataformas, e vice-versa.

A presente pesquisa utiliza os mesmos critérios do modelo de Yu e Nascimento para medir a complexidade e o desempenho em projetos de DPP, ou seja, através das variáveis Custo dos projetos de plataformas e Capacidade normalizada de realizar lançamentos. Estes critérios, porém, são validados de forma mais completa na revisão da teoria que é realizada a seguir.

É importante apontar uma das limitações da abordagem deste modelo. A análise de projetos de desenvolvimento utilizando-se de categorias ou tipos (como plataformas de produtos, por exemplo) é um fator restritivo para a análise. Quando se leva em conta apenas o número de famílias ou plataformas criadas, não fica evidente o número de produtos derivados desenvolvidos nesta plataforma. Ou seja, a variedade existente dentro de cada família de produtos não é apreciada de forma direta. Uma empresa que tenha desenvolvido dezenas de derivados em uma de suas plataformas terá um desempenho (medido pelo número de plataformas lançadas) semelhante à outra que tenha desenvolvido o mesmo número de plataformas no mesmo período, porém com um número muito menor de derivados. Uma solução parcial para este problema é a de registrar e evidenciar o número de produtos derivados em cada família estudada. Esta é mais uma questão que justifica um conhecimento mais aprofundado do processo de DPP em cada empresa pesquisada. Esta necessidade foi atendida, gerando estudos de caso nas três empresas nacionais que foram analisadas.

Outra limitação imposta por este modelo é que ele não objetiva comparar o desempenho em DPP entre as empresas, pois como é feita uma análise multissetorial, um maior número de lançamentos em uma empresa de um setor não quer dizer que a mesma tenha um desempenho superior ao de outra empresa pesquisada, de outro setor industrial, que tenha feito menos lançamentos no mesmo período.

## 2.2 Plataformas ou famílias de produtos

Independentemente de como uma empresa realiza o desenvolvimento de seus produtos (por meio de P&D, de licenciamento de tecnologias ou de imitação), este investimento é materializado inicialmente em um conjunto de projetos, que devem resultar em uma série de lançamentos de novos produtos ao longo do tempo. Este conjunto de projetos, em cada momento no tempo, constitui a carteira de projetos de desenvolvimento de produtos (PDP) da empresa.

Uma carteira de PDP é o “berçário” dos novos produtos da empresa. Uma forma de entender o funcionamento deste “berçário” é analisar o conteúdo do mesmo. Há várias dimensões que podem ser usadas para classificar projetos de desenvolvimento em diferentes categorias ou tipos, mas talvez a mais útil é o grau de mudança representada pelo projeto. Os graus de mudança no processo de fabricação e no produto podem ser combinados para definir diferentes tipos de projeto de desenvolvimento. Clark e Wheelwright (1993) classificaram os PDP em quatro tipos: derivados, plataformas, “*breakthroughs*” (ou radicais) e de pesquisa e desenvolvimento avançado. Segundo estes autores, a maioria dos projetos de desenvolvimento das empresas se encaixa em um desses quatro tipos, que são descritos abaixo.

1. Projetos derivados ou incrementais: são PDP cujo objetivo é gerar novos produtos baseados nos já existentes. Estes novos produtos geralmente são similares aos atuais, mas com desempenhos incrementados (i.e., desempenho um pouco melhor ou preço um pouco menor) para competir com os produtos concorrentes ou entrar num nicho do mercado; Tendem a ser projetos substancialmente menores em escopo e em recursos do que os projetos de plataforma. São também chamados de projetos incrementais. Um projeto derivado se origina numa plataforma já existente.

2. Projetos de plataformas ou próxima geração: objetivam o desenvolvimento de um produto significativamente diferente dos existentes, mas continuam atuando no mesmo segmento de mercado. Tipicamente, esses projetos têm uma vida útil de vários anos para seu *design*, e estabelecem a arquitetura básica para um conjunto de projetos derivativos ou incrementais (derivados). Clark e Wheelwright (1993) apontaram para o fato de que PDPs de plataforma geralmente exigem um investimento bem maior, um tempo de execução mais prolongado, e envolvem uma complexidade técnica e administrativa muito superior aos de derivados. Um projeto de plataforma representa um novo “sistema” de soluções para consumidores, envolve mudanças significativas nos processos de fabricação, e/ou no próprio produto e requer mais recursos do que projetos derivados ou incrementais.

3. Projetos de pesquisa objetivam inventar novas tecnologias ou ganhar *know-how*, para que o conhecimento necessário seja oferecido na aplicação de projetos de desenvolvimento específicos. Muitas vezes, são conduzidos por um grupo de pesquisa ou desenvolvimento avançado, que é separado do resto do grupo de desenvolvimento.

4. Projetos radicais objetivam criar a primeira geração de um produto ou processo totalmente novo. São projetos que envolvem avanços, pois seus conceitos e tecnologias centrais abrem novas perspectivas para a produção e novos mercados para os produtos da empresa.

É importante notar que há diferenças entre simples melhoramentos em um produto e projetos de derivados de uma família existente. A diferença entre duas gerações (derivados) de plataforma numa mesma família de produtos não é uma reformulação em uma ou duas dimensões, mas uma maior ou menor melhoria incremental em várias dimensões simultaneamente, integrada numa solução sistêmica significativamente melhor. Isto implica num sistema de novas gerações com um desempenho geral que é significativamente superior à atingida pela geração anterior (Clark e Wheelwright, 1993). Isto sugere que qualquer análise que procure medir o desempenho do processo de inovação deve atentar também para a natureza dos esforços de desenvolvimento, ou seja, se o foco da empresa está voltado para desenvolver novas plataformas, novas gerações nas plataformas existentes, ou apenas realizar

melhoramentos nos produtos oferecidos. Pequenas mudanças num mesmo produto não devem ser consideradas como geradoras de produtos derivados.

Cooper *et alli* (1998) definiram algumas dimensões básicas para caracterizar a composição da carteira de PDP de uma empresa num determinado período. Os autores realizaram uma investigação em várias empresas (como Reckitt & Colman, 3M e Rohm & Haas), e selecionaram os tipos de gráficos e as variáveis mais importantes para ilustrar a composição de um *portfolio*. Foram elas: o número médio de PDP na carteira por período de tempo; a porcentagem de PDP do tipo plataforma na carteira; os tamanhos médios de PDP de plataforma e de derivados na carteira, medidos em termos de valores monetários investidos por projeto; e as durações médias, em meses ou anos, dos PDP de plataforma e de derivados na carteira. Algumas dessas dimensões foram também utilizadas na presente pesquisa, em especial o custo médio dos projetos (valores investidos), e o número de projetos do tipo plataforma.

Muitas pesquisas mostraram diferentes abordagens para o planejamento e uso de plataformas. A maioria das pesquisas sobre plataformas são focadas nos benefícios da utilização das mesmas. Krishnam e Gupta (2001) destacaram que o desenvolvimento de produtos baseado em plataformas permite lidar com a complexidade dos projetos e oferecer uma grande variedade de produtos, otimizando os recursos investidos nos projetos de DPP. Robertson e Ulrich (1998), porém, evidenciaram que os consumidores podem diferenciar menos os produtos quando são produzidos em plataformas, e na tentativa de diferenciá-los mais, os times de desenvolvimento podem aumentar excessivamente os custos. Os projetistas precisam escolher a melhor arquitetura para o sistema de produção, visando oferecer produtos diferenciados, mas que compartilhem de peças e etapas de fabricação entre si.

Alguns autores, como Martin e Ishii (1997), elaboraram métodos para gerenciar este *tradeoff* entre custo (ou complexidade) e variedade em famílias de produtos. Eles apresentaram um método que se aplica à estratégia de fabricação de “projetar objetivando variedade”. Este método utiliza ferramentas quantitativas para estimar os custos de fabricação (não os custos de desenvolvimento) e ferramentas qualitativas para aumentar o conhecimento dos gerentes e engenheiros sobre como reduzir estes custos e determinar a preferência do consumidor por variedade.

Todos os autores citados acima utilizaram o conceito “clássico” de plataforma nas suas pesquisas, ou seja, uma linha de produtos que compartilha de uma mesma arquitetura básica.

### **2.3 Um conceito mais abrangente de plataforma/família de produtos**

Uma família de produtos, para o presente estudo, é constituída de uma plataforma e seus derivados, e os termos plataforma e família de produtos são tratados como sinônimos. Segundo a definição de muitos autores (Gonzalez-zugasti, 1999; Clark e Wheelwright, 1993; Meyer e Lehnerd, 1997) uma plataforma é o conjunto de elementos, interfaces e processos comuns dentro de uma família de produtos, e os produtos individuais derivados desta plataforma são chamados de variantes ou derivados.

Para Clark e Wheelwright (1993), existe uma variedade de estratégias de desenvolvimento de projetos de plataforma e de derivados. Segundo os autores, algumas empresas escolhem ter relativamente poucos produtos básicos que são alterados com pouca frequência e, ao mesmo tempo, oferecem uma variedade de produtos derivados deste produto básico. Eles citam a Steinway, que, com sua linha de pianos de cauda e verticais, introduziu apenas um modelo novo entre 1970 e 1990. Cada piano, contudo, é personalizado, portanto a empresa nunca fabrica dois pianos iguais e, ao mesmo tempo, possui alguns modelos básicos ou centrais. O mesmo acontece com a Embraer, que fabrica poucos modelos de avião, mas os personaliza de acordo com as necessidades de cada cliente. Já outras empresas, seja por estratégia ou por imposição do mercado, escolhem ter alguns produtos básicos que são alterados muito mais frequentemente, além de oferecerem muito mais variantes ou derivados. O *walkman* da Sony ilustra esta estratégia. Até o ano de 1990, a Sony tinha lançado mais de 180 modelos de *walkman*. Mais da metade deste número corresponde a produtos lançados naquele ano. Esta grande variedade, porém, surgiu de mudanças incrementais em uma de três plataformas de produtos. Cada uma das três plataformas era redesenhada por vez, para gerar um produto básico de “nova geração” a cada 18 ou 24 meses (Sanderson e Uzumeri, 1990, *apud* Clark e Fujimoto, 1991). Em algumas indústrias como, por exemplo, a de instrumentos médicos, cada esforço de desenvolvimento de novos produtos parece implicar a criação de uma plataforma (para ampliar a cobertura de mercado da empresa),

com mudanças incrementais direcionadas principalmente para corrigir deficiências nos produtos de plataforma anteriores (Clark e Fujimoto, 1991).

Estas definições se aplicam muito bem a determinados tipos de indústria, em especial as de produtos montados (como as de eletrônicos, aeronáutica etc.) pois nestas é fácil identificar plataformas e derivados tendo como base aspectos comuns entre os produtos (processos de engenharia, peças, etc.). Clark e Wheelwright (1993, p.248-249) reconheceram as limitações da categorização de projetos em plataformas, derivados e radicais, indicando que, para empresas específicas, pode ser necessário haver categorias diferentes ou adaptadas, pois os projetos diferem consideravelmente de empresa para empresa, e não existem categorias universais.

No caso de empresas na qual o esforço de *marketing* é superior ao esforço de fabricação ou de engenharia no desenvolvimento de produtos, a caracterização do que constitui uma família pode não seguir os parâmetros que citamos anteriormente. O mesmo acontece no caso de empresas de serviços, de produtos não montados, e de *softwares*, por exemplo.

A Natura, fabricante de cosméticos, possui cerca de quatrocentos produtos em sua carteira e mantém de trinta a cinquenta projetos de novos produtos simultâneos, renovando seus produtos com grande rapidez. A empresa não produz princípios ativos e ocupa, na cadeia de produção, o lugar mais próximo do cliente final, atuando nos segmentos de saúde, perfumaria, tratamento de beleza e banho, maquiagem e infantil. Há um vasto número de linhas de produtos e, em uma mesma linha, podem existir produtos de segmentos diferentes. A linha Natura Homem, por exemplo, possui treze produtos, incluindo produtos para rosto e corpo, como desodorante, espuma para barba e perfume. Os produtos de uma linha podem ter processos produtivos bastante diferentes, porém o esforço de *marketing* e de pesquisa é realizado de forma integrada para cada linha e é compartilhado entre os produtos de cada uma delas. As atividades da diretoria também são focadas em cada linha separadamente (Yu e Nascimento, 1999). Outros exemplos de linhas de produtos da Natura são: Ekos (produtos com matérias primas naturais da Amazônia, incluindo sabonetes, perfumes, loções etc.), Chronos (produtos rejuvenescedores) e Sr. N (diversos produtos para homens)

Na Natura, grande parte do investimento em DPP é alocada à atividade de *marketing* (Nascimento e Marx, 2001). A empresa reconheceu as implicações estruturais da necessidade de casar conhecimento de mercado e tecnologia, e inclusive atribuiu a

liderança das gerências de segmento ao pessoal de *marketing*. A estrutura da vice-presidência de inovação é dividida em quatro gerências de segmentos, mais as Gerências de Tecnologia de Conceito Avançado, de Informação, de Conhecimento e de Qualidade. O *marketing* está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento de produtos. Para esta empresa, o custo compartilhado (ou a divisão dos investimentos por público-alvo) é o que pode determinar mais adequadamente o que constitui uma nova plataforma ou linha, e não os processos de fabricação e atividades da engenharia em comum. Às vezes, a diferença entre os produtos de uma linha e outra são apenas as embalagens e a essência (perfume) utilizados, mas o investimento em *marketing*, ou na imagem perante os consumidores, pode variar de forma significativa de uma linha para outra, diferenciando-as (Yu e Nascimento, 1999).

O conceito “clássico” de plataforma foi utilizado preferencialmente para produtos que eram montados em uma linha de produção, e que consumiam grandes recursos de engenharia para obter um desempenho superior aos produtos anteriores (Utterback, 1996 e Meyer, Tertzakian e Utterback, 1997). Alguns autores conseguiram expandir a utilização deste conceito para outros tipos de empresa, como a de produtos não montados (Meyer e Dalal, 2001), a de *software* (Meyer e Sellinger, 1998, *apud* Meyer e Dalal, 2001) e a de prestação de serviços (Meyer e Detore, 1999, *apud* Meyer e Dalal, 2001).

O exemplo da empresa Natura, porém, demonstra que é possível expandir ainda mais este conceito, com um critério que não exclui o conceito “clássico” dos autores anteriormente citados, mas o expande e complementa. Podemos, portanto, criar uma nova definição, mais abrangente e útil para os fins deste trabalho, do termo plataforma, levando em conta não apenas os processos de engenharia, mas o esforço de desenvolvimento como um todo e, em especial, o custo total envolvido no processo de criação de novos produtos (na engenharia, produção, *marketing*, etc.):

*Família ou plataforma com seus derivados é o conjunto de produtos que compartilham entre si de esforços de desenvolvimento, seja na atividade de fabricação (engenharia), de marketing ou outras atividades, que tenham relevância no custo total do projeto.*

Esta definição, desenvolvida para os fins dessa pesquisa, é inovadora, porém não entra em conflito direto com a metodologia de classificação utilizada por outros autores estudados na revisão bibliográfica e possibilita a identificação de projetos de plataforma

em empresas que, sob o ponto de vista de Clark e Wheelwright, por exemplo, não poderiam ter seus projetos classificados de acordo com o grau de mudança nos produtos e processos de cada projeto (ou seja, em projetos *break-through*, de plataforma e de derivados).

## 2.4 Desempenho e complexidade no DPP

Dando seqüência ao artigo que originou esta pesquisa (Yu e Nascimento, 2000), Nascimento e Yu (2002) definiram uma escala de três categorias de carteiras de projetos de novos produtos, que representam três modos básicos de gestão, denominados de centralizado, participativo e descentralizado. Conforme a posição da empresa nessa escala variam o planejamento estratégico e o planejamento, a estruturação, a execução e o controle de projetos. Os três modos de gestão estabelecem num extremo, um grande projeto que domina o cenário de investimentos da empresa por longos períodos. Noutro extremo, a carteira é composta por muitos pequenos projetos cada um deles cuidando de pequena parte dos investimentos e todos com efeitos a prazos relativamente curtos. Como ponto intermediário, os autores sugeriram uma carteira composta por poucos projetos de plataforma e derivados. A cada carteira corresponderia um modo ótimo de gestão de carteiras, ali denominados modos centralizado, participativo e descentralizado, de acordo com a participação da alta direção na gestão dos projetos. A complexidade dos projetos de desenvolvimento é crescente nestes modos de gestão. Empresas com vários projetos pequenos tendem a desenvolver projetos menos complexos, e empresas que desenvolvem um único grande projeto por vários anos tendem a desenvolver projetos de alta complexidade (ou custo).

Buscando dar respaldo aos modelo teórico utilizado neste trabalho, foi realizada uma revisão dos artigos e outras publicações que fazem uso de conceitos similares ou que são pertinentes ao assunto pesquisado. O objetivo é, portanto, esclarecer os principais conceitos abordados no texto e justificar a metodologia utilizada, em especial quanto aos critérios utilizados para avaliar a complexidade de projetos de desenvolvimento e o desempenho em lançamento de novos produtos. O resultado desta busca é apresentado a seguir.

### 2.4.1 Complexidade de projetos de DPP

Na literatura consultada, foram encontradas várias maneiras e parâmetros para se medir a complexidade dos produtos e dos projetos de DPP. A seguir será feito um resumo destas metodologias.

Num estudo sobre desempenho de projetos de desenvolvimento de carros em 22 empresas automobilísticas, Clark e Fujimoto (1991) definiram a complexidade do projeto de desenvolvimento como o número e tipo de componentes elaborados especificamente para o novo modelo de carro. Os tipos de componentes considerados são, por exemplo, carroçarias, motores e outros subsistemas. A hipótese dos autores é que um produto de alta complexidade exige mais atividades de projeto e, portanto, afetará o desempenho do processo de desenvolvimento.

Khurana (1999) classifica diversos conceitos de complexidade em quatro tipos: tecnológica, logística, organizacional, e ambiental. A complexidade tecnológica é relacionada aos produtos e processos de produção. No caso de produto, o autor sugere uma medida de complexidade similar à de Clark e Wheelwright (1993), que é a quantidade de componentes contida no produto. A complexidade logística é resultante do alto volume de transações ou tarefas, ou da proliferação de produtos. A complexidade organizacional é associada às estruturas, formas, e procedimentos organizacionais. A complexidade ambiental é resultante de interações de eventos externos no sistema ou organização. De acordo com esta classificação, esta discussão sobre a complexidade de projetos de desenvolvimento de produtos e processos envolve basicamente as complexidades tecnológica (produto e processo produtivo), organizacional (estrutura e processo de desenvolvimento), e ambiental (interações entre fornecedores, clientes e concorrentes). Pode-se argumentar também que o desenvolvimento de produtos e processos envolve a complexidade logística, pois o projeto de produtos deve considerar os problemas nos canais de distribuição.

Hobday (1998) apresentou uma lista de indicadores de complexidade do produto que incluem: a quantidade de componentes projetados especificamente para o produto, o grau de inovação de tecnologias incorporadas, o custo do projeto de desenvolvimento, a variedade de áreas distintas de conhecimento requeridas para o desenvolvimento, a intensidade do envolvimento de usuários etc. Segundo o autor, estes indicadores representam em conjunto, uma medida aproximada da complexidade do produto. Um maior valor em cada dimensão indicada acima significa maior dificuldade, pois implica

mais incerteza e risco no gerenciamento de projeto de desenvolvimento de produto. Gatignon, *et alli* (2002), num estudo que está detalhado a seguir, definiu a complexidade dos produtos em função do número de subsistemas que os compõem, utilizando desta forma um critério semelhante ao que consta na lista de indicadores de Hobday (quantidade de componentes) e no trabalho de Clark e Fujimoto (1991)

Roberto Sbragia (2000) define a complexidade de projeto sob a ótica da organização, e não sob a ótica do produto, como os outros autores citados. O autor estima a complexidade por meio de alguns indicadores: o número de áreas funcionais envolvidas no projeto; a intensidade da interação entre os elementos de diferentes áreas funcionais no projeto; e a dificuldade de cooperação entre as áreas funcionais envolvidas no projeto. Todos estes indicadores têm influência no custo do projeto, mesmo que de forma indireta, já que afetam o número de horas de trabalho das equipes de desenvolvimento.

Para Hagel (1988), a complexidade do produto se refere às variáveis de *design* que mais influenciam o consumo de recursos num projeto de desenvolvimento. No caso de *softwares*, a variável chave é o número de linhas de códigos de programação. O autor mencionou o estudo de Putnam (1978), que procurou analisar a relação entre a complexidade e o custo de desenvolvimento de *softwares*. Putnam identificou uma correlação entre a complexidade no desenvolvimento de *softwares*, medida por número de linhas de códigos, e os custos de projetos. Nesse caso específico, a relação não é linear, mas exponencial. Para os fins deste trabalho, o conceito de complexidade foi relacionado ao custo dos projetos de forma linear, ou seja, um aumento de 10% nos custos representa um aumento de 10% na complexidade.

Frizelle e Woodcock (1995) destacaram que o crescimento do número de produtos oferecidos pelas companhias americanas nos últimos cinco anos, estimado em 78%, obrigou-as a reduzirem seus *lead-times* e a complexidade dos produtos. Os autores desenvolveram uma estratégia de simplificação dos produtos já existentes, por meio de um Índice de Complexidade Estrutural que pode ser diminuído com a eliminação de processos, com o objetivo de possibilitar um aumento do número de produtos oferecidos pelas empresas. Neste caso, a complexidade é estimada em função das características dos produtos, e não dos custos de desenvolvimento.

Para a discussão desta pesquisa, a complexidade do desenvolvimento de um produto é uma função das características do próprio produto e dos seus processos de

desenvolvimento, de *marketing* e de produção. A complexidade do produto é apenas uma parte da complexidade dos projetos de desenvolvimento. A dificuldade no desenvolvimento é também proporcional à maior exigência no *design*, que geralmente implica uma pesquisa de mercado de maior profundidade para traduzir melhor as preferências de consumidores em especificações técnicas do projeto. O barbeador Mach3 da Gillette é um bom exemplo da utilização deste tipo de pesquisa (The Economist, 18 de abril de 1998). A empresa descobriu que a maior reclamação dos usuários de barbeadores era a irritação da pele, e que a maioria dos homens atribuía a culpa disso ao produto, e não à sua própria habilidade no barbear. Com base nesta constatação, a empresa desenvolveu o modelo Mach3.

Adicionalmente, o desenvolvimento pode ser complexo por causa do processo de produção, que pode enfrentar dificuldades em ser expandido, como é geralmente o caso nas indústrias farmacêutica e química. Um outro exemplo é o desenvolvimento da tecnologia de laminação contínua na siderurgia: o produto final, a chapa de aço, não é novo, mas o processo sim.

Na presente pesquisa, a complexidade dos projetos de desenvolvimento é estimada a partir do custo total destes projetos, um dos indicadores considerados por Hobday (1998) e Putnam (1978). Este critério foi adotado porque é mais abrangente e possibilita o estudo e comparação de empresas de diferentes setores industriais. Outros critérios para estimar a complexidade, como o número de componentes, não poderiam ser aplicados em empresas que fabricam produtos não montados, ou em empresas nas quais o esforço de *marketing* é muito relevante no desenvolvimento. Se este método fosse utilizado nesta empresa de produtos alimentícios, por exemplo, não se estimaria corretamente a complexidade de um projeto, já que boa parte do esforço de desenvolvimento está relacionada a atividades que não influenciam o número de componentes do produto. O custo total dos projetos inclui investimentos em pesquisa e desenvolvimento, engenharia não rotineira, ativos fixos, *marketing*, e quaisquer outros custos relacionados ao DPP.

Como o investimento em *marketing* relativo aos projetos, ou “*marketing* de projeto” é um dos custos considerados na medição da complexidade dos mesmos, é interessante caracterizar as formas de organização da área de *marketing* nas empresas.

Fauze e Santos (1999, pg. 20-21) definiram duas formas de organização: por produto, ou por produto/mercado. Nestas duas formas, os orçamentos são muitas vezes

feitos para cada produto ou família de produtos, separadamente, o que facilita a determinação dos investimentos em *marketing* de projeto. Na organização por produto, é criada uma gerência de produto e cada linha de produtos passa a ter um gerenciamento de *marketing* próprio. Na organização por produto/mercado é criada uma estrutura matricial: há um gerente para cada grupo de produtos e um gerente para cada mercado (industrial, internacional e consumo, por exemplo). No caso das empresas pesquisadas não terem este tipo de organização de *marketing*, nem contabilizarem os seus gastos em *marketing* de forma detalhada, é necessário estimar estes valores.

#### 2.4.2 Desempenho em DPP

Na literatura pesquisada foram definidas várias maneiras de medir o desempenho do sistema de DPP nas empresas, e de medir o desempenho de novos produtos no mercado. Visando fazer uma revisão teórica mais focada e adequada aos objetivos do trabalho, a seguir são citadas as pesquisas que têm mais importância para o mesmo.

A medição sistemática de performance de engenharia nas empresas em geral aborda o DPP como um fenômeno que gera produtos individuais, os quais possuem custos orçados e tempos de projeto estimados nos planejamentos; Meyer *et alli* (1997) desenvolveram medidas específicas para o desempenho de plataformas, apresentando os conceito de *eficácia e eficiência* de plataformas. A eficácia de uma plataforma é o valor da receita de vendas dos produtos da mesma, dividido pelos gastos em PD&E (incluindo custos de engenharia relativos à arquitetura da plataforma, à fabricação e ao ferramental). A eficiência é o custo para desenvolver um produto derivado dividido pelos gastos totais em PD&E da plataforma. Os autores utilizaram estes índices para identificar práticas bem sucedidas de engenharia.

Clark e Fujimoto (1991) utilizaram três dimensões básicas para medir o desempenho do DPP na indústria automobilística: horas de engenharia, *lead time* de desenvolvimento e qualidade total do produto. Os autores, porém, indicaram outras dimensões para a medição do desempenho, como o número de famílias desenvolvidas num determinado período (Clark e Fujimoto, 1991, pág. 73). Esta é a dimensão utilizada na presente pesquisa. Pode haver, porém, uma limitação nesta metodologia. O artigo de Barnett e Freeman (2001) indica que para cada produto pode existir uma faixa ideal de número de lançamentos que ajude a assegurar o sucesso da empresa no mercado num

determinado momento, ou seja, um grande número de lançamentos pode até ser considerado como um bom desempenho do processo de DPP, mas nem sempre implicará um bom desempenho para a empresa como um todo (desempenho comercial). No artigo, os autores verificaram a taxa de sobrevivência (empresas que não cessaram suas atividades) dos fabricantes americanos de semicondutores e concluíram que ter um número grande de produtos na carteira –especialmente produtos inovadores- diminui as taxas de mortalidade das empresas, porém as taxas de mortalidade aumentam consideravelmente (mais de 40%) devido à introdução simultânea de vários produtos por uma única empresa. Na presente pesquisa, buscou-se obter dados sobre lançamentos de produtos no maior período de tempo possível, para que uma mudança na frequência dos lançamentos de uma empresa afetasse menos a qualidade dos dados.

Toledo *et alli* (2001), na sua pesquisa sobre a gestão do processo de DPP na indústria brasileira de autopeças, utilizaram três parâmetros para medir o desempenho deste processo, que são os mesmos utilizados por Clark e Fujimoto (1991): a qualidade total do produto, os custos ou a produtividade do processo e o tempo total (*lead-time*) de desenvolvimento.

Iansiti (1998) estudou o desempenho de projetos de *Mainframes* em diferentes empresas fabricantes de computadores, e apontou para grandes diferenças de desempenho quanto ao *lead-time* de desenvolvimento (tempo entre o início do projeto e o lançamento no mercado) dos produtos. Iansiti apurou que um projeto mais custoso tinha *lead-times* maiores. Já Gary Pisano (1997) estudou o desempenho em DPP na indústria química, utilizando os mesmos parâmetros de comparação: o *lead Time* e o custo de desenvolvimento.

Um artigo recente de Gatignon, Tushman, Smith e Anderson (2002) busca dar subsídios a futuros estudos sobre inovação e desenvolvimento de novos produtos. Este estudo empírico aponta para a confusão e ambigüidade nos conceitos e unidades de análise encontrada nas pesquisas sobre inovação e desempenho organizacional dos últimos trinta anos, e desenvolve uma abordagem estrutural para avaliar a inovação nos produtos de uma empresa. Segundo os autores, a falta de consenso na literatura quanto aos conceitos utilizados faz com que as medições ou avaliações não tenham uma validação formal. O artigo citado tem o objetivo de desenvolver uma estrutura de análise, ou seja, sugerir um conjunto de variáveis que seriam as que mais influenciam o desempenho em inovação nos produtos. A análise fatorial foi dividida em quatro

estágios, e coletou dados num grupo de 141 diretores da área de P&D de empresas de diversas áreas. A estrutura final, que foi gerada a partir de um grande número de variáveis sugeridas, pode ser vista na relação abaixo. A inovação nos produtos de uma empresa é descrita sob quatro aspectos ou construtos que são diferentes entre si, e podem ser medidos com escalas que os discriminam bem:

- Complexidade do produto –número de subsistemas dos produtos.
- Local da inovação na hierarquia do produto –central (nos subsistemas principais) ou periférica.
- Tipos de inovação- nos próprios subsistemas ou nas ligações entre os subsistemas.
- Características da inovação –mudança radical ou incremental na relação preço/*performance*, e que gera novas competências ou que destrói competências.

O estudo utiliza dois parâmetros para avaliar o desempenho em inovação: o tempo para lançamento e o sucesso comercial percebido. O parâmetro “tempo para lançamento”, ou *lead-time* de projeto, indica em quanto tempo a empresa pode realizar um ciclo completo de desenvolvimento. Já o parâmetro “sucesso comercial” se aplica nos casos em que se deseja medir o desempenho dos produtos (e conseqüentemente da empresa) como um todo, e não apenas o desempenho do processo de DPP.

Os dados coletados na pesquisa levaram os autores a concluir que “Cada dimensão de inovação tem um impacto diferente nos resultados da inovação. **Quanto mais complexo for um produto, maior será o tempo necessário para lançá-lo no mercado e maior será o seu sucesso comercial.** As inovações que atingem subsistemas centrais são introduzidas mais rapidamente do que as inovações nos subsistemas periféricos. Estes efeitos são acentuados quando as inovações envolvem a aquisição de novas competências e/ou a criação de novas competências. Inovações na arquitetura estão associadas a um maior tempo até o lançamento” (Gatignon *et alli*, pág. 1105). Também se conclui que “Inovações mais complexas (em número de subsistemas) demoram mais para serem colocadas no mercado. Quanto mais complexo o produto e/ou mais radical a inovação, maior será o seu sucesso comercial percebido. A complexidade de produto parece ser apreciada pelo mercado, mesmo desafiando as competências organizacionais.” (pág. 117).

Na presente pesquisa, o objeto de estudo não é o produto, e sim os projetos de desenvolvimento. Outra diferença em relação à pesquisa de Gatignon *et alli* é que a complexidade é medida pelo custo dos projetos, e não pelo número de subsistemas. Além disso, o desempenho é medido pelo número de lançamento de novas plataformas, e não pelo tempo para lançamento. É óbvio supor, porém, que um maior tempo para lançamento deva diminuir o número de plataformas que podem ser lançadas num período, pois o número de projetos de DPP que uma empresa pode desenvolver simultaneamente é limitado; não se pode, contudo, estabelecer uma relação direta entre estas variáveis. Apesar destas diferenças, o artigo de Gatignon *et alli* chega a conclusões interessantes, pois relaciona um aumento da complexidade com um aumento no tempo necessário para lançar um produto. Uma das limitações deste artigo, contudo é que não são explicitadas todas as limitações para as conclusões apresentadas. Não se aborda, por exemplo, em que condições um maior sucesso comercial pode ser obtido com um aumento da complexidade dos produtos. É apenas demonstrado que existe um *trade-off* entre o sucesso comercial e o tempo para lançamento, neste caso.

Para fins desta pesquisa, o desempenho em DPP é medido pelo número de famílias desenvolvidas por unidade de faturamento, ou seja, é definida uma taxa, dividindo-se o número de lançamentos pelo faturamento, em um determinado período. Este parâmetro, utilizado por Yu e Nascimento (2000), foi chamado de Capacidade normalizada de realizar lançamentos, pelos dois autores. Como foi explicado, autores como Clark e Fujimoto (1991) também adotaram um parâmetro semelhante.

Este critério foi escolhido porque permite estimar a capacidade de realizar lançamentos em empresas de diferentes setores industriais e de diferentes tamanhos. O objetivo não é afirmar que uma empresa que um lança mais produtos por unidade de faturamento é necessariamente mais eficiente que outra que lança menos plataformas, mas sim caracterizar os resultados dos esforços de inovação da empresas e situá-las numa escala, na qual empresas que desenvolvem projetos mais complexos têm uma menor capacidade de realizar lançamentos, e vice-versa.

## **2.5 Estratégia de novos produtos e Estratégia empresarial em DPP**

A estratégia de novos produtos foi operacionalizada de várias maneiras. Ansoff e Stewart (1967, *apud* Barczak, 1995) desenvolveram uma tipologia de estratégias

baseada no momento de entrada de uma empresa numa indústria emergente. As empresas são classificadas em três tipos: pioneiras no mercado, seguidores rápidos (que lançam seus produtos logo após a empresa pioneira), e novos entrantes (ou entrantes “atrasados”).

Barczak (1995) aponta que apesar de outras tipologias terem sido desenvolvidas, a tipologia de Ansoff e Stewart tem sido amplamente aceita e utilizada. Segundo a autora, as pesquisas que exploram a relação entre o momento de entrada no mercado e a performance do produto sugerem que as empresas pioneiras nos mercados obtêm vantagens econômicas significantes sobre as empresas que lançam seus produtos posteriormente. Alguns autores, porém, como Schnaars (1986, *apud* Barczak, 1995), contestam esta idéia, afirmando que “não existe uma estratégia ideal para o momento do lançamento; cada estratégia diferente produziu vencedores e perdedores” (pág. 36).

Ainda segundo Barczak (1995), os ciclos de vida cada vez mais curtos dos produtos demandam um processo de desenvolvimento mais eficiente e uma maior capacidade de realizar lançamentos, ou seja, uma estratégia que visa um lançamento rápido e eficiente de um maior número de produtos. Isto indica que a capacidade de lançar plataformas, variável utilizada nesta pesquisa, é um indicador importante do desempenho do sistema de DPP das empresas.

Em seu estudo sobre estratégia de produto em grandes empresas com produtos dominantes no mercado, Firth e Narayanan (1996) definiram três dimensões chave para caracterizar novos produtos (listadas abaixo) as quais estão relacionadas ao custo e à duração dos projetos de DPP. A variável “Custo dos projetos” é importante para a presente pesquisa, portanto é pertinente analisar estas dimensões:

- 1- Grau de inovação da tecnologia utilizada. É o grau de consistência das tecnologias do produto com as técnicas, recursos e habilidades da empresa. Empresas que investem numa base tecnológica ganham vantagens competitivas (Ketteringham e White, 1984, *apud* Firth e Narayanan, 1996), portanto é importante determinar que tecnologias existentes foram utilizadas e que tecnologias foram criadas. A utilização de tecnologias novas ou existentes pode afetar o custo total de um projeto, e sua duração.
- 2- Inovação da aplicação no mercado. É o grau pelo qual o mercado alvo do novo produto já foi atendido pela empresa anteriormente. A experiência da

empresa no mercado pode influir no sucesso comercial e no investimento de *marketing* necessário, por exemplo.

- 3- Inovação no mercado. É o grau de inovação do produto no próprio mercado, em relação aos produtos dos competidores. Um produto pouco inovador pode demandar custos de desenvolvimento menores e prazos mais curtos para introdução, para que seja competitivo.

Não é apenas a estratégia específica dos produtos que influi na carteira de projetos de uma empresa. Para avaliar como a estratégia empresarial influi no DPP, em especial nos aspectos relacionados a esta pesquisa, é importante destacar as três variáveis ou parâmetros do modelo teórico utilizado no estudo que influenciam o desempenho em DPP, medido pelo número de lançamentos:

- 1- o percentual da receita destinado ao desenvolvimento de novos produtos ( $d$ );
- 2- o custo médio de uma nova plataforma ( $C$ ); e
- 3- A receita bruta de vendas ( $R$ ).

Estes três parâmetros podem ser influenciados diretamente pelas decisões estratégicas da direção da empresa, seja pela priorização de projetos, reorganização dos times de desenvolvimento, remanejamento nos orçamentos, investimento em novas tecnologias e métodos (como prototipagem rápida, ferramentas de CAD/CAM etc., que podem diminuir o custo ( $C$ )), pela estratégia de vendas (que pode aumentar a receita), e por parcerias com fornecedores (Eisenhardt e Tabrizi, 1995; Clark e Fujimoto, 1991; Iansiti, 1992)

Parcerias de risco com fornecedores diminuem o valor investido nos projetos e a receita de vendas dos produtos desenvolvidos através das parcerias, pois os investimentos e a receita passam a ser partilhados pela empresa e pelos fornecedores. Kurokawa (1997), na sua pesquisa em pequenas empresas baseadas no uso de tecnologia, concluiu que aquisições externas de tecnologia têm mais probabilidade de serem utilizadas quando o número de empresas rivais que provavelmente irão desenvolver produtos semelhantes é maior, e quando a tecnologia necessária não está relacionada às principais tecnologias que a empresa detém. Apesar de serem empresas de grande porte, a Embraer e a Boeing se encaixam nesta condição. Estas empresas utilizam parceiros de risco no desenvolvimento de vários componentes dos aviões que fabricam,

concentrando-se na integração das atividades de desenvolvimento, na montagem destes componentes e em algumas tecnologias-chave do desenvolvimento das aeronaves.

Além dos contratos de parceria de risco, existem diversas outras formas de aquisição de tecnologias como, por exemplo, aquisição de licenças ou patentes, contratos de P&D (terceirização), projetos colaborativos de P&D, investimentos minoritários em empresas, *joint-ventures* e até mesmo fusões.

Hax e Majluf (1996) desenvolveram uma abordagem para o planejamento estratégico corporativo numa economia globalizada, gerando soluções e modelos para desenvolver e implementar o gerenciamento estratégico. Segundo os autores, uma maneira útil de definir o escopo em termos de produto e mercado de cada negócio é enfatizar as diferentes alternativas de crescimento possíveis, conforme a metodologia desenvolvida por Ansoff (1965, *apud* Hax e Majluf, 1996). Os produtos existentes nos mercados constituem o negócio atual. Ao procurar novas oportunidades de crescimento dentro deste contexto, a empresa tem que recorrer a expansões no volume de vendas, na abrangência geográfica ou na ampliação da sua participação no mercado (*market share*). Todas estas alternativas são chamadas de penetração de mercado. Estender a linha de produtos existentes nos mercados é a alternativa de *desenvolvimento de produto*, enquanto que procurar novos mercados para a linha de produtos existentes é a alternativa de *desenvolvimento de mercado*. O desenvolvimento de novos produtos para novos mercados representa a entrada em um novo negócio, que é a estratégia de *diversificação*. Estas alternativas estão ilustradas na tabela seguinte.

Em geral, o papel do nível gerencial das empresas se limita a identificar e explorar totalmente o potencial de expansão dos negócios existentes em função das oportunidades de produtos e mercados. Não é função do gerente buscar estratégias de diversificação. Esta tarefa é do nível corporativo.

Tabela 2

**Determinação de segmentos de produto-mercado e estratégias alternativas de crescimento:**

↓ Produto	Mercado→	Existente	Novo
Existente		Penetração de mercado	Desenvolvimento de mercado
Novo		Desenvolvimento de produto	Diversificação

Fonte: Ansoff (1965, *apud* Hax e Majluf, 1996)

Para se obter um conhecimento mais profundo dos fatores externos que influenciam as organizações, é possível elaborar uma lista de fatores como mostrado na tabela abaixo. Esta lista é uma ferramenta para que a alta gerência possa articular suas próprias idéias, de forma pragmática, num ambiente idiossincrático (Hax e Majluf, 1996). Outras alternativas para a análise do ambiente externo a uma organização podem se basear nos princípios da organização industrial, ou no modelo das cinco forças de Porter (1980, *apud* Hax e Majluf, 1996). Na verdade, o modelo de Hax e Majluf é uma adaptação do modelo das forças competitivas de Porter. Os dois autores adicionaram a força Ação Governamental ao modelo de Porter, buscando levantar tópicos de importância, no nível institucional, como: regulamentação e protecionismo.

As classes de fatores externos identificadas por Hax e Majluf (mercado, concorrência, governo e economia, tecnologia e fatores sociais) têm aspectos e forças de influência diferentes para cada empresa, mas têm influência direta nas variáveis analisadas neste estudo, como a receita das empresas, o investimento efetuado em DPP e o custo de uma nova plataforma. Esta influência é analisada, em detalhes, para o conjunto de empresas pesquisadas, no capítulo de análise comparativa dos resultados. Alguns exemplos desta influência são explicados abaixo.

A estratégia adotada por cada empresa, em função dos fatores externos, influi no desempenho para realizar lançamentos, pois cada empresa pode destinar um determinado percentual de sua receita para o desenvolvimento de produtos (variável *d* do modelo teórico), em função da concorrência que enfrenta e do tipo de relação que mantém com seus fornecedores. Um política governamental de indução ao uso de novas tecnologias,

através de incentivos e benefícios fiscais, pode reduzir o investimento necessário (complexidade) dos projetos de desenvolvimento, e a utilização de novas tecnologias também influi na complexidade dos projetos, pois também pode diminuir o investimento necessário para desenvolver uma plataforma (Thomke, 1999).

**Tabela3**

**Análise dos fatores externos a uma organização:**

Fatores de mercado	Fatores de concorrência	Fatores de governo e economia	Fatores tecnológicos	Fatores sociais
Tamanho do mercado	Intensidade da concorrência	Inflação	Maturidade e volatilidade	Impactos ecológicos
Taxa de crescimento do mercado	Grau de concentração	Impacto de câmbio estrangeiro	Complexidade	Ética de trabalho
Diferenciação de produto	Barreiras à entrada	Transferências de moeda	Patentes	Proteção ao consumidor
Sensibilidade ao preço	Barreiras à saída	Nível salarial	Necessidades de P&D de produtos	Mudanças demográficas
Caráter cíclico	Volatilidade do <i>marketshare</i>	Oferta de matérias-primas	Necessidades de P&D de processos	Grau de sindicalização
Sazonalidade	Grau de integração	Oferta de mão-de-obra		Adaptabilidade de pessoal aos mercados internacionais
Mercados cativos	Disponibilidade de substitutos	Legislação		
Lucratividade da indústria	Utilização de capacidade	Regulamentos		
		Taxação		
		Apoio governamental		

Fonte: Hax e Majluf (1996)

Outro assunto importante para esta pesquisa, e que é relacionado à literatura de estratégia de novos produtos, é a evolução das inovações tecnológicas ao longo do tempo. Na presente pesquisa, é feita a suposição de que nas empresas analisadas este parâmetro é estável, no período pesquisado.

Utterback (1978) notou que nos produtos ou processos produtivos de cada setor industrial, o número de inovações tecnológicas tende a diminuir com o tempo e permanecer estável após um certo período, conforme demonstrado na figura 1. No início, as inovações se concentram nos produtos e, depois de um certo período, passam a se concentrar nos processos, e ambos os tipos de inovação diminuem ao longo do tempo, até se manterem estáveis num nível mais baixo. Utterback definiu três fases distintas para

um processo de produção: fluida, de transição, e específica. As taxas de inovação nos produtos e processos variam ao longo do tempo, evoluindo da fase fluida à específica. Na tabela 4 estão listadas as características de cada fase. Para os fins desta pesquisa, é importante que as empresas pesquisadas estejam na fase específica, mais estável.

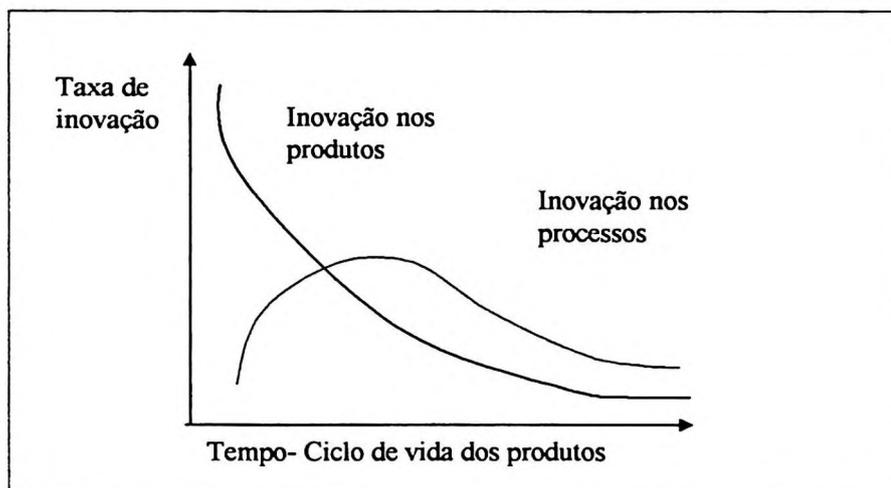


Figura 1: Ciclo de vida dos produtos e taxas de Inovação

Fonte: Utterback (1978)

Tabela 4

Características de cada fase do processo de produção:

Fluida	Transição	Específica
<p>Inovação nos produtos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase em maximizar o desempenho do produto</li> <li>• Estimulada pela informação das necessidades dos consumidores</li> <li>• Alto nível de inovação</li> <li>• Alta frequência de inovações nos produtos</li> <li>• O tipo predominante é o produto, e não o processo</li> </ul>	<p>Inovação nos produtos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase na variação dos produtos</li> <li>• Estimulada pelas oportunidades criadas pelo aumento da capacidade técnica</li> <li>• Tipo predominante é o processo requerido pelo aumento na escala de produção</li> <li>• É criada uma demanda com os fornecedores por componentes, materiais e equipamentos especializados</li> </ul>	<p>Inovação nos produtos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase na redução de custos</li> <li>• Modo predominante é incremental para produtos e processos</li> <li>• Efeito é cumulativo</li> <li>• Inovações radicais ocorrem com pouca frequência e se originam fora da unidade de produção</li> <li>• Estímulos vem de forças externas de mudança</li> </ul>
<p>Processo produtivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexível e ineficiente</li> <li>• Escala pequena</li> <li>• Utiliza equipamentos não específicos</li> <li>• Utiliza os materiais disponíveis</li> <li>• O produto é constantemente alterado ou personalizado</li> </ul>	<p>Processo produtivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguns subprocessos são automatizados por “ilhas de automação”</li> <li>• Etapas da produção e controle mais especializados</li> <li>• Mudanças nos processos tendem a ser substanciais e descontínuas, com novos métodos de organização e novos <i>designs</i> de produto</li> <li>• Pelo menos um <i>design</i> é estável o suficiente para ter um volume de produção significativo</li> </ul>	<p>Processo produtivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiente, sistêmico</li> <li>• Custo de mudanças é alto</li> <li>• Alta escala de produção e penetração de mercado</li> <li>• Utiliza equipamentos específicos</li> <li>• Utiliza materiais especializados ou integração vertical</li> <li>• Produtos são como <i>commodities</i> e pouco diferenciados</li> </ul>

fonte: Utterback, 1978, *apud* Hax e Majluf, 1996

Outra suposição feita pela presente pesquisa, que também se relaciona à estratégia de novos produtos, é que há estabilidade no custo de desenvolvimento de uma plataforma, no período em que foi feita a pesquisa.

Alguns autores demonstram as mudanças no custo de desenvolvimento de um produto ou processo em duas dimensões: tempo e eficiência do processo de *design*. Uma maior eficiência no processo de *design* pode vir da prática da organização, ou seja, sua competitividade e organização interna. Clark e Fujimoto (1991), numa análise intra-setorial, compararam o número de horas de engenharia necessárias para desenvolver um carro compacto “padrão” de U\$14.000 em indústrias de diferentes países, e notaram que o número de horas no Japão era aproximadamente a metade do utilizado nos países europeus e nos EUA, indicando uma superioridade em termos de capacidade gerencial e organizacional, já que os veículos comparados tinham escopo e projetos semelhantes. Iansiti (1998) estudou o processo e desempenho de projetos de *Mainframes* em nove diferentes empresas e apontou para grandes diferenças em *lead-time* (tempo decorrido entre o início do projeto e o lançamento no mercado), de 5 a 20 meses. As diferenças nos recursos consumidos, medidas por anos-homem, também foi grande (de 70 a 600). O autor nota que esta variação é maior que a observada numa indústria madura, como a automobilística, estudada por Clark e Fujimoto. Ou seja, setores industriais mais maduros ou evoluídos parecem ter menos variações nos custos de desenvolvimento, e no tempo gasto para desenvolver seus projetos.

Uma maior eficiência no tempo gasto pode vir do uso de novas técnicas, como por exemplo CAD (*computer aided design*), simulações computadorizadas de *crash-tests* (em automóveis) ou prototipagem rápida. Thomke (1999) descreveu como simulações computadorizadas de testes de colisão em automóveis podem acelerar o ciclo de desenvolvimento do produto e produzir carros mais seguros, com um custo muito menor do que se fossem utilizados testes de colisão reais. Este ganho, porém, não é garantido. Eisenhardt e Tabrizi (1995) apontaram que, na indústria de computadores do Japão, as tentativas de reduzir o ciclo de desenvolvimento com o uso de CAD, envolvimento dos fornecedores, etapas simultâneas de desenvolvimento, e planejamento intensivo tiveram o efeito inverso ao desejado, ou seja, atrasaram o processo de DPP.

Um aspecto importante encontrado nas pesquisas citadas é que as diferenças nos custos de desenvolvimento e no tempo para desenvolver novos projetos entre diferentes

setores industriais (análise intersetorial) podem variar bastante, mas em um mesmo setor (análise intra-setorial), a ordem de grandeza destas variáveis se mantém. O setor industrial em que uma determinada empresa atua pode determinar a ordem de grandeza dos seus custos de desenvolvimento e o tempo necessário para desenvolver novos projetos. A análise intra-setorial dos custos de desenvolvimento é importante, pois os resultados colhidos em uma empresa podem ser extrapolados, com ressalvas, para o seu segmento industrial.

Estas reflexões são importantes na análise de resultados num mesmo setor. Quando se determina, por exemplo, a complexidade dos projetos em uma empresa do setor aeronáutico, deve-se atentar para o histórico do desenvolvimento de seus projetos (os projetos que nunca foram finalizados, as demandas específicas dos clientes), para a eficiência dos seus grupos de desenvolvimento e para o nível de produção. Ou seja, haverá sempre uma faixa possível ou provável de custos de desenvolvimento para uma empresa, numa análise intra-setorial, mesmo que pertença a um segmento já desenvolvido ou maduro do mercado em que atua, conforme ilustrado na tabela abaixo.

**Tabela 5**

**Indicadores dos custos de projetos de desenvolvimento em dois setores industriais:**

Automobilístico (milhões de horas de engenharia)*		Fabricantes de Mainframes (anos-homem)**	
Japão	1,7	Min.	70
EUA	3,2	Max.	600
Europa	3,0	Diferença: 857%	
Diferença EUA/Jap.: 188%			

Fontes: \*Clark e Fujimoto (1991) e \*\*Iansiti (1998)

Outro aspecto importante de análise é a proporção dos diversos investimentos, ou custos, no investimento total em novos produtos. Segundo Ulrich e Eppinger (1995), o custo de desenvolvimento de produtos é aproximadamente proporcional ao número de pessoas do grupo de projeto e à duração do projeto. Além das despesas relativas a este esforço de desenvolvimento, toda empresa sempre terá que fazer algum investimento em ferramental, ativos fixos ou equipamentos necessários para a produção. Ulrich e Eppinger (1995) apresentaram os custos de desenvolvimento em empresas de cinco

diferentes setores industriais (aeronáutico, automobilístico, *hardware*, ferramentas domésticas e artigos esportivos) e estes dados demonstram evidências empíricas de que o custo de desenvolvimento (em PD&E, sem incluir *marketing*) é semelhante ao investimento para a produção (em ferramental, ativos fixos, equipamentos etc.). Os autores não evidenciaram os investimentos que porventura foram realizados em parcerias de risco ou com terceirização. Os dados colhidos pelos autores citados podem ser vistos na tabela abaixo.

**Tabela 6**

**Custos de desenvolvimento para cinco produtos de diferentes companhias:**

Custos (valores em dólar)	Stanley Tools Chave de fenda Jobmaster	Rollerblade <i>Skate</i> In-Line	Hewlett-Packard Impressora Deskjet	Volkswagen Carro Novo Beetle	Boeing Avião 777
Custo de desenvolvimento	\$ 150.000	\$750.000	\$50 milhões	\$400 milhões	\$3 bilhões
investimento p/ produção	\$150.000	\$1 milhão	\$25 milhões	\$500 milhões	\$3 bilhões

Fonte: Ulrich e Eppinger, 1995.

**Síntese e conclusões**

Nesta revisão dos conceitos de estratégia empresarial e estratégia de produto, foram analisados os principais fatores e decisões estratégicas que influenciam as variáveis ou parâmetros importantes para a pesquisa. Foi evidenciado que um alto desempenho quanto à capacidade de realizar lançamentos de novas plataformas segue os objetivos estratégicos das empresas frente aos mercados cada vez mais competitivos e aos ciclos de vida cada vez mais curtos dos produtos nestes mercados (Barczak, 1995). Foram citados trabalhos que podem servir de base para estabelecer uma relação entre o custo dos projetos e os diferentes graus de inovação alcançados em função da estratégia de produto das empresas (Firth e Narayanan, 1996).

As empresas (ou divisões de empresas) que são estudadas na presente pesquisa se encaixam nas três primeiras estratégias definidas por Ansoff (1965, *apud* Hax e Majluf, 1996), que são penetração de mercado, desenvolvimento de produto e desenvolvimento de mercado. A quarta estratégia, de lançamento de novos produtos em novos mercados (diversificação), não é utilizada, já as empresas pesquisadas fabricam produtos em um segmento industrial específico, como é explicado no capítulo de metodologia.

Foi também apresentado um modelo que define os fatores externos a uma empresa (Hax e Majluf, 1996). Este modelo é utilizado como ferramenta para analisar a influencia destes fatores nas variáveis pertinentes a este estudo, no capítulo de análise comparativa dos resultados.

Por fim, foi analisada a evolução das inovações tecnológicas e do custo dos projetos de desenvolvimento ao longo do tempo, com base nos estudos de Iansiti (1998), Utterback (1978) e Clark e Fujimoto (1991). Esta análise é importante porque uma das suposições do modelo teórico utilizado no presente trabalho define que estes dois parâmetros devem ser estáveis, para que as empresas escolhidas se adequassem à pesquisa. Esta suposição é explicada em detalhes no capítulo de metodologia.

## 2.6 Aplicações para a pesquisa

Buscando familiarizar o leitor com os principais conceitos envolvidos nesta pesquisa, foi empreendida uma revisão da teoria pertinente, focada principalmente nos conceitos utilizados neste trabalho (como, por exemplo, os projetos do tipo plataforma e derivados, a complexidade de projetos de desenvolvimento, e o desempenho em DPP). Foram revisadas e selecionadas, criteriosamente, as abordagens de diferentes autores quanto aos conceitos utilizados no modelo teórico utilizado nesta pesquisa, expandindo a revisão teórica do artigo de Yu e Nascimento (2000) e apontando algumas das limitações deste modelo.

Duas das dimensões básicas da composição de uma carteira de DPP, definidas por Cooper *et alli* (1998), foram adotadas no modelo teórico: o custo médio dos projetos (valores investidos), e o número de projetos do tipo plataforma.

Um novo conceito de plataforma/família de produtos, totalmente inovador e mais abrangente que o conceito “clássico” encontrado na literatura, foi desenvolvido. Foi adotado o parâmetro de “custo total dos projetos” para estimar a complexidade dos projetos de DPP, parâmetro este que foi considerado nos estudos de Hobday (1998) e Putnam (1978). O número de famílias desenvolvidas por unidade de faturamento, variável semelhante à utilizada por autores como Clark e Fujimoto (1991), foi utilizado para medir o desempenho em DPP. Por fim, foi adotado o modelo de Hax e Majluf (1996) para estimar a influencia dos fatores externos à uma empresa nas variáveis pertinentes a este estudo. A figura abaixo, baseada no modelo de Hax e Majluf (vide

tabela 3) e no entendimento dos três casos estudados (nas empresas Embraer, Sadia e Caloi) ilustra como esta análise será realizada, nesta pesquisa.

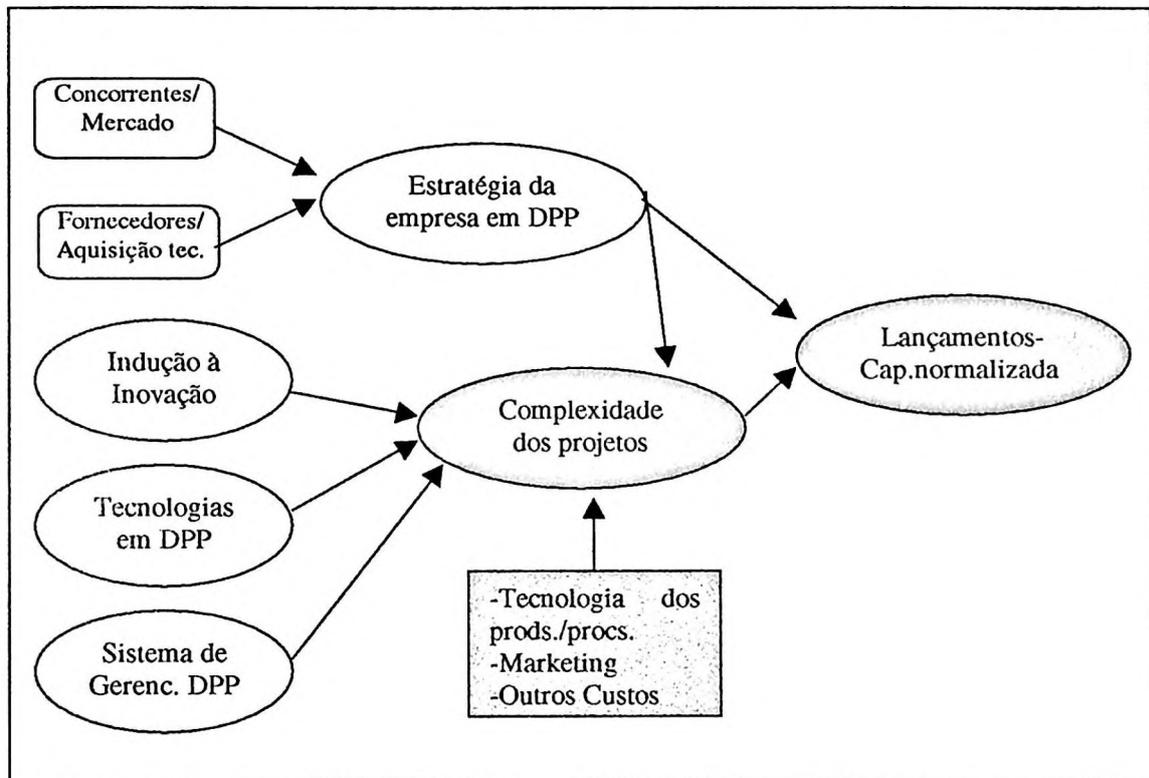


Figura 2: Fatores que influem na capacidade de realizar lançamentos

### CAPÍTULO 3

## METODOLOGIA DA PESQUISA

São apresentadas a seguir as principais características da metodologia de pesquisa, incluindo a sua categorização, as hipóteses e variáveis de pesquisa, o plano de amostragem, a metodologia de coleta de dados e os procedimentos no processamento e análise dos dados coletados.

Este trabalho expande e aperfeiçoa a metodologia utilizada por Yu e Nascimento (2000). Na sua pesquisa, os autores realizam um estudo empírico com dados de três empresas americanas (Boeing, Diebold e Intel) obtidos nos relatórios anuais e nos *sites* na Internet das empresas, e em relatórios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Eles também apresentam outro estudo empírico, que elabora uma medida de complexidade de produtos baseada no julgamento subjetivo de profissionais que atuam em dezoito segmentos industriais. De forma similar ao primeiro estudo, o desempenho em desenvolvimento de novos produtos é comparado com o índice de complexidade obtido, para cada empresa do conjunto escolhido. Na presente pesquisa, a análise dos dados da Boeing, Diebold e Intel foi aperfeiçoada e foi feita uma análise comparativa com as empresas nacionais pesquisadas (Embraer, Sadia e Caloi).

O modelo teórico de Yu e Nascimento foi idealizado a partir de um outro artigo dos mesmos autores, publicado em 1999, que discute e compara a prática em Desenvolvimento de Produtos e Processos na Natura e na Embraer. Estas duas empresas representam dois extremos em termos de complexidade de projetos de desenvolvimento e número de lançamentos de novos produtos. A Natura, que atua no ramo de cosméticos, desenvolve muitos projetos em um período de tempo bastante curto, e a um custo muito baixo em relação à Embraer, que desenvolve poucos projetos com um custo muito alto. Os autores desenvolveram um modelo que relaciona estas duas variáveis (complexidade ou custo de desenvolvimento com capacidade de realizar lançamentos), e que permite a análise comparativa de empresas de diferentes setores industriais. Este modelo, explicado em detalhes neste capítulo, é completamente original, ou seja, não foram encontrados modelos similares nas pesquisas ou na literatura da área.

### 3.1 Caracterização da Pesquisa

De acordo com a taxonomia apresentada por VERGARA (1997, p.44) uma investigação científica pode ser classificada com relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Com respeito aos fins, esta pesquisa caracteriza-se como **exploratória e descritiva**, propondo, pela investigação empírica, expor as características de determinadas empresas e verificar relações entre variáveis, em cada uma delas, de forma não conclusiva para a população. Segundo Selltiz *et alli* (1965), “*os estudos realizados para adquirir familiaridade com um fenômeno ou obter novos discernimentos sobre ele, muitas vezes para a formulação de um problema mais preciso de pesquisa ou para desenvolver hipóteses, são geralmente chamados de estudos formulativos ou exploratórios*”. Nesses estudos, a ênfase é colocada “*na descoberta de idéias e discernimentos*”.

Quanto aos meios, esta pesquisa é classificada como **de campo**. Isto porque pretende realizar uma investigação empírica com a coleta de dados em uma amostra não representativa da população. Esta coleta terá três enfoques: o primeiro, por meio de entrevistas guiadas por questionários, procurando obter dados específicos do modelo teórico que será utilizado. O segundo, também por meio de entrevistas, neste caso não estruturadas, buscando obter informações sobre a gestão de desenvolvimento de produtos das empresas nos pontos relacionados com a teoria estudada, visando apoiar o modelo teórico utilizado. O terceiro enfoque da coleta de dados é a obtenção de informações através de fontes como relatórios, sites das empresas na internet, balanços contábeis publicados, revistas e na literatura pertinente. Foram utilizados dados secundários na análise de três empresas americanas, analisadas por Yu e nascimento (2000). A partir dos dados coletados, foram gerados estudos de caso.

### 3.2 Formulação das hipóteses da pesquisa

É lógico prever que um produto mais complexo geralmente exigirá maior investimento e maior tempo para o seu desenvolvimento. Conseqüentemente, é esperado que, para um dado orçamento de desenvolvimento de produtos, é possível ter mais PDP na carteira quando o produto é menos complexo, e ter menos PDP na carteira quando o

tipo de produto é mais complexo. Em outros termos, quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos de um segmento industrial, mais custoso e demorado será para desenvolver e lançar um novo produto. Por exemplo, o desenvolvimento de um avião de passageiros de cinquenta lugares é mais complexo que o desenvolvimento de uma bicicleta pouco sofisticada e de uso popular. Portanto, para duas empresas com a mesma ordem de receitas, e em situações financeiras e estratégicas similares (isto é, nenhuma delas está adotando uma estratégia de saturar o mercado com novos produtos), mas atuando em segmentos diferentes, aquela que atua num segmento onde o processo de desenvolvimento é mais complexo lançará um número menor de produtos novos no mercado do que aquela que atua num setor cujo processo de desenvolvimento é relativamente mais simples.

Este trabalho assume que um projeto mais complexo implicaria um processo de desenvolvimento de plataforma mais complexo. Os objetos de estudo são os projetos de novas plataformas, e não os projetos individuais de produtos.

Na realidade, as indústrias que trabalham com produtos complexos precisam alocar mais recursos para os PDP em comparação com empresas que desenvolvem produtos menos complexos, para terem um número maior de PDP nas suas carteiras (Yu e Nascimento, 2000). Isto geralmente está refletido na maior porcentagem da receita dedicada a pesquisa, desenvolvimento e engenharia (PD&E) e outros custos de projeto (*marketing*, etc.), como acontece nas indústrias eletrônicas, aeroespaciais, etc. (Yu e Nascimento, 2000). Entretanto, este investimento não pode crescer indefinidamente, pois é limitado por vários outros fatores tais como: disponibilidade de recursos financeiros, retornos estimados de investimentos, habilidade de mobilizar pessoas e equipamentos capazes de executar PDP, etc. Aliás, os gastos em PD&E das empresas, como um *proxy*, ou “substituto” para estimar investimentos em PDP, variam de uma fração de 1% da receita até um pouco acima de 20%. Estas estimativas, fornecidas por Archibugi et. *alli* (1993) não incluem, por exemplo, os investimentos em *marketing*, que, nessa pesquisa, são considerados também como parte do custo de desenvolvimento de um projeto de novos produtos. Ou seja, estes percentuais seriam menores caso todos os custos relativos aos projetos fossem apurados.

A hipótese da pesquisa pode ser enunciada da seguinte forma:

*“um aumento da complexidade dos projetos de desenvolvimento de produtos implicaria redução da capacidade de lançar plataformas, e vice-versa, se houver uma mesma proporção de faturamento alocada às atividades de desenvolvimento de produtos”.*

A capacidade de lançar plataformas é definida neste trabalho como uma capacidade normalizada, ou seja, é o número médio de famílias (cada uma com um determinado número de derivados) desenvolvidas pela empresa, dividido pelo faturamento, em um determinado período. Isto permite uma equalização das receitas, na comparação da capacidade de lançamento de diferentes empresas. A complexidade é medida pelo custo de desenvolvimento de uma plataforma.

O modelo teórico de Yu e Nascimento (2000), detalhado a seguir no item de Variáveis de Pesquisa, foi elaborado para empresas que desenvolvem e comercializam um tipo dominante de produtos, ou seja, são empresas que têm uma parte significativa de seus faturamentos originários de um único segmento industrial. O modelo pode ser aplicado também para uma divisão de negócios de uma corporação desde que a divisão atue principalmente num único segmento industrial. Esta restrição foi estabelecida porque não faria sentido calcular o custo médio de desenvolvimento de uma plataforma caso os produtos/processos produtivos referentes às plataformas da empresa fossem muito diferentes (o custo médio é uma das variáveis do modelo, como se verá a seguir). A empresa americana Johnson&Johnson fabrica artigos de higiene pessoal, cosméticos e produtos farmacêuticos. O custo médio de uma plataforma ou família de seus produtos não teria significado, pois nesta média estariam incluídos, por exemplo, os custos da linha Neutrogena de cosméticos e da linha de remédios para combate ao câncer, que certamente tem valores diferentes e naturezas diferentes. A análise desta empresa (em cada uma de suas divisões) seria possível, contudo, se cada divisão operasse em um segmento industrial específico.

A suposição principal do modelo é que o recurso alocado para as atividades de PD&E, e os outros custos de desenvolvimento de novos produtos sejam retirados do faturamento da empresa no período em consideração. Este período deve ser suficientemente longo para que esta suposição seja adequada mesmo que a empresa tenha obtido recursos de outras fontes, como empréstimos ou as chamadas de capital. Para cada empresa pesquisada, é definido um período mínimo, levando em conta também

o tempo médio de desenvolvimento de um projeto (ou o número de ciclos de desenvolvimento num determinado período). O período mínimo, para a presente pesquisa, foi definido como o de quatro ciclos.

A segunda suposição é a existência de uma certa estabilidade na evolução de tecnologias de produtos e processos no segmento em questão. Em outros termos, inovações radicais não ocorreram no período em consideração, implicando mudanças graduais na complexidade dos projetos de famílias de produtos ao longo de tempo. Fazendo esta aproximação, podemos assumir que a complexidade dos projetos de desenvolvimento não sofrerá uma variação brusca no período analisado, e torna-se viável utilizar médias, como por exemplo o custo médio para desenvolver uma plataforma em uma empresa. É óbvio, porém, que não se pode esperar que todas as novas plataformas de uma empresa tenham um custo igual; empresas desenvolvem projetos de magnitudes diferentes, em função da demanda e da estratégia de atender diferentes nichos de mercado do segmento industrial em que atuam.

Como forma de verificar se as empresas pesquisadas se encaixam neste segunda suposição, foram estudadas as características do processo de DPP das mesmas (Sadia, Embraer e Caloi), incluindo um histórico do uso de novas tecnologias.

Este estudo necessita, portanto, utilizar dados referentes a períodos em que a complexidade dos produtos e do processo produtivo não sofreu mudanças muito grandes. O período utilizado na pesquisa deve ter início em um ano em que o processo produtivo da empresa não era consideravelmente diferente do que é atualmente. Um exemplo que ilustra esta limitação pode ser dado utilizando a indústria automobilística: É possível comparar a complexidade (custo) de projetos de desenvolvimento entre projetos americanos e japoneses, em um determinado momento, como fizeram Clark e Fujimoto (1991), mas seria impossível comparar a complexidade do projeto de um automóvel moderno com a complexidade do projeto do primeiro automóvel da Ford (modelo T), por exemplo. Mesmo que fosse feita uma correção monetária dos valores, o processo de desenvolvimento era tão diferente que a comparação perderia o significado, pois a fabricação de carros ainda não tinha atingido um design dominante, ou uma arquitetura básica igual (Utterback, 1996). No início da fabricação dos carros, foram utilizados materiais como madeira, e até o vapor foi utilizado como fonte de energia para a propulsão dos veículos. Ainda se estava numa fase de evolução mais acelerada. As linhas de montagem não contavam com robôs para realizarem tarefas, ainda não existiam

máquinas de usinagem com comando numérico, não existiam computadores que possibilitassem desenhar e testar a funcionalidade de peças e modelos de forma virtual, e os materiais existentes para a fabricação não tinham a versatilidade e o baixo custo dos que estão disponíveis hoje. O nível de produção e o tamanho do mercado também eram muito diferentes dos atuais.

Há outros aspectos que influenciam a complexidade dos projetos de desenvolvimento (medida pelo custo) para cada empresa, diferenciando o seu custo de desenvolvimento de suas concorrentes. É claro que uma empresa pode mudar este custo pelo seu posicionamento estratégico, decidindo investir em projetos mais ou menos caros de acordo com o nicho de mercado que objetiva atender. A Embraer, por exemplo, evoluiu de custos de desenvolvimento menores (aviões de pequeno e de médio porte) para custos mais altos, projetando aviões regionais de médio porte capazes de transportar cada vez mais passageiros. Estas mudanças, porém, estão contidas nos projetos de um mesmo segmento industrial, relativos a produtos semelhantes e que não têm uma diferença, em ordem de grandeza, muito significativa nos seus custos de desenvolvimento. Pode ocorrer também que os clientes finais de determinada empresa solicitem mudanças específicas nos produtos, até mesmo obrigando a empresa a refazer todo o processo de desenvolvimento, desta forma aumentando a complexidade sem que isto necessariamente resulte um produto final inovador ou de nova geração. Além disso, como já foi explicado, uma equipe mais eficiente de determinada empresa pode realizar um mesmo projeto com um custo menor do que uma empresa menos eficiente. Neste caso, a complexidade medida pelo custo de desenvolvimento será diferente, apesar de os projetos serem iguais. A ordem de grandeza dos custos, porém, será a mesma, como foi explicado no capítulo de fundamentos conceituais.

A terceira suposição do modelo é que a empresa não adquiriu novos produtos e processos por meio de fusão ou incorporação durante o período. Se isso tivesse ocorrido, não seria possível considerar que o recurso alocado para as atividades de PD&E e outros custos de desenvolvimento de novos produtos foi retirado do faturamento da empresa. No caso de plataformas desenvolvidas parcialmente por terceirização, o investimento na contratação tem origem na receita e, portanto, esta condição é atendida. Já no caso de parcerias de risco, geralmente a receita futura da empresa fica parcialmente comprometida com os seus fornecedores (já que há contratos estabelecendo as condições), pois os mesmos partilham dos riscos do desenvolvimento e

garantem de antemão sua participação nos resultados das vendas. Por isso, para atender a condição de que o investimento tem origem na receita, é necessário considerar apenas o valor efetivamente investido pela empresa no desenvolvimento e subtrair o valor investido pelos parceiros da receita total de vendas. Esta metodologia é uma aproximação, porque o ideal seria abater da receita de vendas a receita obtida pelos parceiros nas vendas relativas ao projeto e não o valor investido.

### 3.3 Variáveis da Pesquisa

O modelo teórico de Yu e Nascimento (2000) envolve as seguintes variáveis e parâmetros, todas medidas para um determinado período de anos:

$P$  = número de famílias desenvolvidas e lançadas;

$C$  = custo médio de desenvolvimento de uma plataforma ou famílias;

$R$  = faturamento (receita bruta de vendas) da empresa (valor total do período de anos, somado);

$d$  = proporção média do faturamento ( $R$ ) alocada às atividades de desenvolvimento de produtos (pesquisa, desenvolvimento, engenharia, *marketing*, ativos fixos etc.).

O custo médio de desenvolvimento de uma plataforma / família ( $C$ ) é o custo total para lançar a plataforma inicial e todos derivados desta família. Os valores de  $P$  e  $R$  devem ser coletados para o mesmo período de tempo. Adicionalmente, este período deve ser suficientemente longo para comportar vários ciclos de desenvolvimento de plataformas/famílias. Caso contrário, a estimativa do valor de  $P$  pode não ser representativa para a empresa em estudo. Devido a isto, nesta pesquisa, se tentou coletar dados referentes a, no mínimo, quatro ciclos de desenvolvimento, supondo uma dedicação exclusiva a uma plataforma por vez no período. Ou seja, dividindo o número de anos pesquisados pela duração média de um projeto de nova plataforma, deve ser obtido um valor superior a quatro.

Destas variáveis, a direção da empresa pode influenciar nos valores das variáveis  $d$ ,  $C$  e  $R$ . Mas o valor de  $C$  é determinado fundamentalmente pelo setor industrial no qual a empresa se insere.

Neste modelo, a variável  $C$  é também utilizada como o indicador da complexidade dos projetos de desenvolvimento de produtos. Em outros termos, estamos assumindo que o produto mais complexo exigirá um custo de desenvolvimento maior.

O uso de custo de desenvolvimento como um *proxy* da complexidade está de acordo com os trabalhos de autores como Hobday (1998) e Hagel (1988), que foram citados na Introdução. Outras formas de mensurar a complexidade no desenvolvimento de produtos, como por exemplo, número de componentes, foram descartadas por causa das dificuldades em obter dados e em comparar produtos de setores industriais distintos. O uso da variável custo de desenvolvimento permite uma análise multissetorial, que é uma das características essenciais da pesquisa.

A variável  $P$  representa o resultado dos esforços de inovação da empresa. O número de famílias desenvolvidas e lançadas é uma medida do desempenho do sistema de desenvolvimento de produtos da empresa, tendo sido utilizada em outros estudos (Clark e Fujimoto, 1991, Gatignon et *alli.*, 2002). É importante destacar que se trata de avaliar o desempenho do processo de desenvolvimento e não o desempenho do produto no mercado ou da empresa como um todo, conforme explicado no item de introdução.

A relação entre estas variáveis pode ser representada pela equação a seguir:

$$P = (d \cdot R) / C. \quad \text{Equação 2.}$$

Esta equação afirma que o número de novas plataformas desenvolvidas, num dado período do tempo, é determinada pelo recurso alocado para as atividades de desenvolvimento (representado pelo termo  $d \cdot R$ ) dividido pelo custo de desenvolvimento de uma plataforma ou família ( $C$ ). Uma outra forma de apresentar esta relação é:

$$P / R = d / C. \quad \text{Equação 1.}$$

A relação ( $P / R$ ) pode ser interpretada como a capacidade normalizada de lançar novas plataformas por unidade de faturamento. A equação 1 afirma que se duas empresas tiverem os mesmos valores de  $d$  e  $C$ , então as suas capacidades normalizadas de lançar novas plataformas serão iguais, mesmo que elas tenham faturamentos bem diferentes. Em termos de números absolutos de lançamentos ( $P$ ), estas duas empresas podem apresentar valores bem diferentes e, portanto, esta é a vantagem de comparar o desempenho de desenvolvimento através de ( $P/R$ ). A capacidade normalizada depende somente de dois parâmetros: a proporção de faturamento alocada para o desenvolvimento ( $d$ ) e o custo de desenvolver uma plataforma ou família ( $C$ ). Para

aumentar a capacidade normalizada de lançamento de plataformas ou família, a empresa pode alocar mais faturamento para PD&E e outros custos de desenvolvimento (aumentando  $d$ ) e/ou reduzir o custo de desenvolver uma plataforma ou família ( $C$ ).

Interpretando o parâmetro  $C$  como um indicador de complexidade dos projetos de desenvolvimento de produtos, a Equação 1 mostra que um aumento da complexidade (valores crescentes de  $C$ ) implicaria redução da capacidade normalizada de lançar plataformas, e vice-versa. Para melhorar a sua capacidade de lançar novas plataformas, a empresa pode: 1) aumentar a porcentagem de faturamento alocada para PD&E e outros custos relacionados a esta atividade; 2) reduzir o custo de desenvolvimento de uma plataforma; ou 3) empregar uma tática mista. A seleção da melhor tática depende logicamente de uma avaliação de custo e benefício de cada alternativa.

É importante destacar que as variáveis deste modelo têm apenas validade estatística, ou seja, são números de referência. O custo médio de desenvolvimento não é um valor que existe realmente, ou seja, não há necessariamente um projeto da empresa que tenha custado exatamente este valor. Em vez de se utilizar o custo integral dos investimentos do período, somados, é usada uma média de custo por plataforma lançada. O valor calculado de  $P/R$  é uma estimativa da capacidade normalizada de lançar plataformas. O valor de  $R$  é a soma do faturamento bruto de vendas da empresa para um certo número de anos, que pode chegar a décadas, dependendo da empresa analisada. O valor de  $d$  também é uma média, pois é o percentual médio investido em todo o período.

Na coleta de dados da pesquisa, apenas as variáveis  $P$ ,  $R$  e  $C$  foram coletadas, e a variável  $d$  foi calculada em função das outras. Por isso, é possível se estimar que o valor da variável  $d$  calculada será maior que o valor de  $d$  que é apurado pelas empresas pesquisadas para fins de análise gerencial. Isto se deve ao fato de que no cálculo do percentual de investimento, foram incluídos valores de investimento (custo) que geralmente não são considerados pelas empresas, que somam apenas os valores investidos em pesquisa e desenvolvimento e o dividem pela receita. Se fossem considerados apenas os valores de P&D no cálculo da complexidade, esta variável teria um valor menor.

### 3.4 Plano de amostragem

A unidade de análise deste trabalho é a empresa ou uma divisão da empresa que atua em um determinado segmento do mercado. Por segmento do mercado entende-se, por exemplo, o de automóveis, o de avião de passageiros regionais, ou o de cosméticos. A qualificação acima é importante, pois ela exclui as empresas de múltiplas divisões que atuam em vários ou muitos segmentos do mercado. Neste último caso, a direção da corporação precisa se preocupar com a gestão de uma carteira de carteiras de projetos. Esta definição da unidade de análise se justifica por três razões: 1) a gestão da carteira de projetos é uma atividade básica para qualquer empresa ou para as divisões de uma corporação diversificada; 2) a maioria das empresas atua essencialmente num segmento do mercado; 3) ao tratar os projetos de uma empresa, convém presumir alguma homogeneidade, em especial neste caso, pois será calculado o custo médio de um projeto, variável que perde o significado se os produtos em questão são de diferentes segmentos. Além disso, foram escolhidas empresas com razoável longevidade e que não estavam em regime de transição, ou seja, havia consistência e permanência das atividades de desenvolvimento de produtos nas mesmas.

Não foram estudadas, neste trabalho, empresas que realizam prioritariamente, ou na maioria das vezes, projetos radicais ou de pesquisa, pois estes projetos, em geral, não são representativos da complexidade de projetos de desenvolvimento de um setor industrial. Um projeto radical pode consumir muitos recursos de uma empresa; mas, por ter um risco implicitamente maior (já que é um projeto que lida com tecnologias e/ou métodos, inclusive de *marketing*, que são totalmente novos para a empresa), pode nunca ser transformado num produto final. Isso pode acontecer também nos projetos de plataformas e derivados, mas certamente não com tanta frequência. Além disso, um projeto de alto risco em geral demanda investimentos muito maiores que os de um projeto de nova geração, ou um projeto de derivados.

O universo da pesquisa está, portanto, referido às grandes empresas (ou divisões de empresas) industriais brasileiras de capital nacional ou estrangeiro que desenvolvem e comercializam um tipo dominante de produtos. Estas são empresas que têm uma parte significativa de seus faturamentos originários de um único segmento industrial. Não foram estudadas empresas de pequeno ou médio porte, que conforme definição da Lei nº 9.732/98, possuem receita bruta anual inferior a R\$ 12.000.000,00. Estas empresas não

foram consideradas porque supostamente possuem carteiras pequenas de projetos de desenvolvimento de produtos e geralmente são menos representativas em termos de parcela do mercado em que atuam. Além disso, por terem procedimentos contábeis mais simplificados, oferecem dificuldades na coleta de dados.

Não houve nenhuma restrição sob o ponto de vista geográfico na escolha das empresas analisadas, porém estão todas localizadas (pelo menos uma de suas unidades) no estado de São Paulo. No esforço de coleta de dados, todas as empresas candidatas foram estudadas previamente, e foram realizadas visitas e entrevistas nas empresas Jacto (máquinas agrícolas), Daimler-Chrysler (caminhões Mercedes-Benz) e Multibrás (eletrodomésticos), porém não foi possível obter todos os dados necessários à inclusão na pesquisa. As empresas Natura (cosméticos), Perto (caixas automáticos) e Metron (microcomputadores) também foram estudadas de forma preliminar, mas não se dispuseram a contribuir para a pesquisa. Aspectos como acesso e disponibilidade para o fornecimento de informações constituíram um fator restritivo importante.

Como o trabalho é um estudo exploratório, as empresas pesquisadas não são representativas, e os resultados colhidos não permitem inferências estatísticas para toda a população. A utilização de evidências empíricas contidas em diferentes estudos de caso foi avaliada por Yin e Heald (1975), por meio de metodologia de *Case Survey*. Os autores ressaltaram que é possível agregar experiências de estudos de caso com um questionário fechado, utilizando-as em pesquisas empíricas. Na presente pesquisa, ocorre o inverso, ou seja, o estudo empírico gerou estudos de caso, pois foi necessário conhecer as características do processo de DPP de cada empresa.

Foram estudadas três empresas: Embraer (aeronáutica), Sadia (alimentos), e Caloi (equipamentos de ginástica e bicicletas). A escolha das mesmas foi motivada pela facilidade de obtenção de dados e adequação aos objetivos, condições e restrições da pesquisa.

É relevante para a pesquisa que, na amostra, haja empresas que representem os dois extremos em termos de complexidade de projetos de desenvolvimento e número de lançamentos de novos produtos. Ou seja, empresas que desenvolvem muitos projetos em um período de tempo bastante curto, a um custo mais baixo, e empresas que desenvolvem poucos projetos com um custo muito alto. A Caloi e a Embraer, por exemplo, se encaixam nesta condição. Este foi outro critério importante na seleção da amostra.

Os estudos de caso gerados pela pesquisa são focados nas características da gestão de desenvolvimento de produtos, sendo que alguns utilizam dados colhidos pelos professores Abraham Yu e Paulo Tromboni do Nascimento em seu estudo sobre a Boeing, Diebold e Intel. Os dados referentes à Embraer foram obtidos nos trabalhos dos alunos da matéria EAD-5859 (seminários de Pesquisa em DPP), ministrada pelos dois professores na FEA-USP. Estes estudos foram complementados por novas entrevistas e pela resposta ao questionário já citado, no caso da Embraer.

### 3.5 Coleta de dados

As informações foram colhidas em entrevistas guiadas por um questionário e aplicadas a funcionários das empresas ligados ao desenvolvimento de produtos e processos, visando obter as informações necessárias. O questionário só contém perguntas relativas à coleta das variáveis do modelo teórico utilizado, mas as entrevistas incluíram questões detalhadas sobre o processo de DPP em cada empresa, visando conhecer este processo em detalhes e garantir que a empresa atendia aos critérios do modelo teórico aplicado. Ou seja, Uma parte de cada entrevista foi estruturada, e outra parte, não estruturada. Os funcionários consultados foram, na maior parte, da área de pesquisa e de desenvolvimento de produtos, mas também foram consultadas outras áreas, em especial a de *marketing*.

Foi necessário obter o número de famílias lançadas no período, o porcentual do faturamento investido em pesquisa, desenvolvimento, engenharia e outros custos de desenvolvimento (como *marketing*, por exemplo), o faturamento total da empresa e o custo médio de desenvolvimento de uma plataforma ou família de produtos. A definição do número de famílias lançadas nem sempre foi uma classificação óbvia, porque muitas vezes as empresas (como a Caloi) definem suas linhas de produtos arbitrariamente em função de objetivos da área de *marketing*, e com outros critérios que não o esforço conjunto de desenvolvimento e os custos compartilhados neste processo. Por isso uma nova classificação teve que ser desenvolvida no caso da empresa citada. No caso das empresas pesquisadas não poderem fornecer os valores investidos em *marketing* relacionado aos projetos de DPP, foi pedido que se fizesse uma estimativa destes gastos. Este foi o caso da Caloi. A Embraer não contabiliza gastos de *marketing* relativos aos projetos.

Além das quatro variáveis do modelo teórico, nas entrevistas foram colhidos dados como:

- Duração média de um projeto de nova família de produtos.
- Critérios de alocação de custos aos projetos.
- Inovações tecnológicas implantadas pela empresa, relativas ao desenvolvimento de produtos.
- Melhoria de processos e uso de novas tecnologias no DPP.
- Quais tipos de parceria foram estabelecidos com os fornecedores e os valores dessas parcerias.
- Características gerais do processo de DPP.

O questionário utilizado na pesquisa está disponível no item de “Anexos”. Este questionário foi baseado no Formulário de Coleta de Dados da ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras). Foi notado que grande parte das variáveis pesquisadas e dos critérios de preenchimento do presente estudo são exatamente os mesmos utilizados pela instituição, o que ajuda a confirmar a importância destas variáveis na análise do DPP nas empresas. Esta semelhança se mostrou bastante útil porque o formulário da ANPEI já foi devidamente testado e a metodologia já é de conhecimento das empresas que o responderam, o que facilitou a obtenção dos dados e ajudou a garantir a qualidade dos mesmos. É importante destacar que o questionário foi utilizado apenas como um guia no processo de coleta de dados, como uma ferramenta de auxílio nas entrevistas.

Visando obter dados mais consistentes, foram utilizados dois métodos para se coletar o custo médio de desenvolvimento de uma plataforma. O primeiro consiste em somar os investimentos/despesas totais efetuados pela empresa a cada ano do período considerado; o segundo consiste em obter o custo por projeto de cada nova família desenvolvida e lançada. Dependendo da maneira que os valores de investimento em DPP foram apurados, a variável  $C$  pode não ser medida com precisão absoluta. Estas duas metodologias resultaram em diferenças consideráveis nos valores finais da variável  $C$ , como pode ser visto na análise dos custos apropriados pela empresa Sadia.

Tanto no caso de a empresa disponibilizar os investimentos em cada uma das plataformas desenvolvidas num determinado período separadamente, quanto no caso de os investimentos serem apurados ano a ano de forma totalizada, o ideal é escolher um

período em que nenhum outro projeto, além dos que foram iniciados e finalizados (ou abandonados) neste período, recebeu investimentos. Como esta é uma condição ideal, o valor dos investimentos dificilmente pode ser apurado de forma exata. A apuração dos custos ou investimentos é prejudicada nos casos listados abaixo.

1) Quando a Variável  $C$  é calculada pelos investimentos totais de cada ano, sem detalhamento do investimento por projeto:

- Se houver projetos de plataformas iniciados no período pesquisado, mas que não chegaram a ser concluídos neste período, neste caso, o custo do projeto entra na variável  $C$ , mas este projeto não é incluído na contagem da variável  $P$ . Ou seja, a complexidade medida será maior que a real. Para amenizar este problema, uma solução é estimar o custo de finalização da plataforma e soma-lo ao valor total investido, assumindo que o tempo para o lançamento será curto.
- Se houver projetos de plataformas iniciados antes do período pesquisado e concluídos neste período, isto implica que uma parte do custo do projeto não estará incluída na variável  $C$ . Ou seja, a complexidade medida será menor que a efetiva. Para amenizar este problema, uma solução é apurar o custo investido desde o início destes projetos e somá-lo ao custo total, assumindo que o período destes investimentos foi curto.
- Se houver investimentos em projetos de derivados de plataformas já existentes antes do início do período pesquisado, como não é possível afirmar que uma determinada plataforma nunca mais receberá investimentos para a fabricação de novos produtos derivados, faria sentido que os custos do desenvolvimento de derivados de plataformas já existentes fossem incluídos no custo médio das plataformas lançadas no período, já que estas próprias plataformas poderão vir a receber mais investimentos no futuro. A coleta de dados em um período extremamente longo asseguraria que esta metodologia tivesse bons resultados, determinando um custo médio por plataforma mais preciso. Como se encontrou grande dificuldade em obter dados de longos períodos, não foi viável considerar estes custos.

2) Quando a variável  $C$  é calculada pelos investimentos efetuados em cada projeto iniciado e finalizado no período:

- Se houver investimentos feitos em DPP que beneficiaram os projetos em geral, não sendo, portanto, apurados no custo de projetos individuais. Neste caso, a complexidade medida será menor que a real. Uma solução para amenizar este problema é apurar separadamente estes investimentos, ou estima-los, e soma-los ao valor total investido.

Nas duas condições listadas acima, caso haja projetos que foram iniciados no período pesquisado, mas que foram abandonados, é importante que se considere o custo dos mesmos no total dos investimentos, pois o esforço de desenvolvimento deve ser avaliado como um todo. Por exemplo, se a cada quatro projetos de uma empresa um é abandonado, é lógico concluir que o custo desta “falha”, ou “tentativa-e-erro” deva estar incluído no custo médio dos seus projetos. Os fracassos contribuem para a empresa, trazendo aprendizado. Estes custos ficam, portanto, diluídos no custo dos outros projetos.

### **Dados do questionário**

É importante destacar algumas particularidades do questionário, em especial quanto à coleta da variável  $C$ . No cálculo desta variável (Custo de desenvolvimento) foram incluídas todas as despesas relacionadas a esta atividade, destinadas à criação de novas famílias ou plataformas, referentes ao período pesquisado. Conforme a lei das S.A.s (Manual da Fipecafi, 1995), o gasto com P&D deve incluir salários, encargos, materiais e serviços consumidos, depreciação de equipamentos e instalações, gastos gerais e outros custos relacionados à atividade, como, por exemplo, a amortização de patentes e licenças. O valor do investimento em P&D, de acordo com a lei, não inclui gastos de implantação e pré-operacionais, como encargos financeiros, estudos, reorganização, implantação de sistemas e métodos, novos ativos fixos, etc.

No presente estudo, o investimento em desenvolvimento inclui uma série de despesas que não são consideradas na lei das S.A.s, mas que são relacionadas ao esforço de DPP, devendo portanto ser consideradas, de acordo com os critérios estabelecidos no capítulo de fundamentos conceituais. Todas estas despesas estão

relacionadas a seguir. A definição dos custos de “*marketing* de projeto” foi baseada nas atividades de *marketing* listadas no Manual de Contabilidade da Fipecafi (1995). As outras despesas, além das listadas na legislação, estão presentes no formulário da ANPEI.

Nas empresas pesquisadas, o investimento em outros tipos de projeto de DPP que não os de plataforma, que porventura tenha ocorrido, foi diluído no custo total dos investimentos nos outros projetos. Ou seja, projetos radicais e projetos de pesquisa vão “ser pagos” pelos projetos de novas plataformas, que incluirão os seus custos, integrando o valor do custo médio de desenvolvimento, ou variável C. Isto faz sentido, pois projetos radicais ou de pesquisa geram, muitas vezes, novas tecnologias que serão utilizadas nas plataformas futuras. Estes custos fazem parte, portanto, do custo médio de desenvolvimento de uma empresa e foram considerados.

#### 1- DESPESAS COM P&D

Devem ser registrados todos os gastos diretamente incorridos na execução das atividades de pesquisa e desenvolvimento, incluindo:

- gastos com salários e encargos sociais de pesquisadores, engenheiros, técnicos e pessoal de apoio técnico e administrativo;
- depreciação de investimentos em edificações, terrenos, instalações e equipamentos, bem como amortização de investimentos em ativos intangíveis - amortização dos direitos sobre licenças para exploração de patentes e de direitos sobre licenças para uso de marcas relacionadas a novos produtos e processos-, desde que lançados no Ativo Diferido do balanço da empresa;
- demais despesas necessárias à realização destes tipos de atividades, incluindo matérias-primas, materiais de consumo, comunicação, transportes e outras.

#### 2- DESPESAS COM SERVIÇOS TECNOLÓGICOS

Compreendem as atividades que apóiam a execução dos trabalhos de P&D. Portanto, devem ser registrados todos os gastos incorridos na execução de atividades ligadas a inspeção, ensaios, testes e análises técnicas, capacitação de recursos humanos para as atividades técnicas e científicas e outras similares

Algumas vezes, tais despesas, por serem parte integrante da fase de desenvolvimento de produtos e processos, já foram incluídas em P&D , a título de Desenvolvimento Experimental. Neste caso, não serão consideradas novamente.

### 3: DESPESAS COM AQUISIÇÃO DE TECNOLOGIA

É a soma dos gastos no período com:

- serviços de assistência técnica para as atividades de P&D;
- "royalties" decorrentes de licenças para uso de marcas e patentes;
- aquisição de programas de computador (cópia única);
- aquisição de direitos relacionados com novos produtos ou processos (desde que pagos integralmente no período).

Ressalte-se, portanto, que nesse item não serão incluídos os investimentos em ativos intangíveis destinados à capacitação tecnológica que foram lançados no Ativo Diferido do Balanço (vide item 6).

### 4: DESPESAS COM ENGENHARIA NÃO ROTINEIRA

São os gastos efetuados com atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação, envolvendo o desenvolvimento de produtos/processos. Inclui as seguintes atividades:

- o "design" (produção de planos e desenhos que especificam, técnica e operacionalmente, os elementos necessários à concepção, desenvolvimento, manufatura e comercialização de novos produtos e processos);
- o projeto, a confecção e as mudanças de ferramental a ser utilizado em novos produtos /processos;
- o estabelecimento de novos métodos e padrões de trabalho;
- os rearranjos de planta requeridos para implementação de novos produtos e processos.

Algumas vezes, tais despesas, por serem parte integrante da fase de desenvolvimento de produtos e processos, já foram incluídas em P&D (item 1), a título de Desenvolvimento Experimental. Neste caso, serão consideradas novamente.

#### 5: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

É o montante efetivamente desembolsado para aquisição de terrenos, instalações, máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos novos destinados às atividades de capacitação e inovação tecnológica da empresa, que fazem parte das atividades de DPP.

#### 6: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS INTANGÍVEIS DESTINADOS À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Desde que esse montante tenha sido lançado no Ativo Diferido do Balanço da empresa, é o montante efetivamente desembolsado a título de pagamento de:

- direitos sobre licenças para exploração de patentes;
- direitos sobre licenças para uso de marcas relacionadas a novos produtos e processos;
- contratos de fornecimento de tecnologia industrial.

Ressalte-se, portanto, que este montante não deve ter sido lançado como Despesa em Aquisição de Tecnologia no período (vide item 3).

#### 7: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS

É o montante investido na construção de novas unidades fabris ou em modificações nas unidades existentes, com o objetivo específico de possibilitar a fabricação de novos produtos. Se estes investimentos já estiverem incluídos no item 5, não serão considerados novamente.

#### 8: DESPESAS COM *MARKETING* DE PROJETO

São as despesas com pesquisas de mercado para determinar a demanda por novos produtos e a possibilidade de sucesso dos projetos, levantamentos, análises, estudos de

viabilidade e de retorno financeiro, campanhas de lançamento, promoções junto aos fornecedores, participações em feiras e viagens, e outras despesas de *marketing* relacionadas aos projetos de desenvolvimento de produtos. Não incluem as despesas de *marketing* realizadas na vida do produto no mercado, após seu lançamento, a menos que a empresa considere estes custos como parte do investimento nos projetos das famílias de produtos.

### 3.6 Processamento e análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados de forma a aplicar o modelo teórico apresentado no item “Variáveis da Pesquisa”, e descrever o processo de DPP de cada empresa. Os dados colhidos foram analisados individualmente, para cada empresa, e também no seu conjunto, comparando os resultados entre as empresas.

Para o conjunto de empresas estudadas, foi elaborado um gráfico para analisar os dados colhidos. O gráfico foi feito em escala logarítmica, para comportar as grandes variações dos valores de  $P/R$  (capacidade normalizada de lançar plataformas) e  $C$  para cada empresa.

Todos os valores em moeda nacional foram convertidos em dólares, utilizando-se os valores originais do balanço em moeda estrangeira, quando disponíveis, e convertendo os valores em reais para dólares de acordo com a cotação média da moeda americana em cada ano fornecida pelo Banco Central. Os valores em dólar foram posteriormente corrigidos de acordo com as taxas oficiais de inflação do governo americano, até o ano de 2002. Esta metodologia possibilita uma comparação dos resultados obtidos entre as empresas americanas (Boeing, Diebold e Intel) e as nacionais (Sadia, Embraer e Caloi). O índice utilizado foi o *Consumer Price Index* (CPI), que representa as alterações de preço em todos os bens e serviços consumidos por habitações urbanas. Este é o índice comumente utilizado para estimar a inflação americana, e foi obtido no *site* na internet do governo deste país ([www.bls.gov/cpi/](http://www.bls.gov/cpi/)).

Não foi possível obter nem estimar os valores investidos em *marketing* de projeto das três empresas americanas (Boeing, Diebold e Intel), portanto houve alguma distorção na sua análise. A complexidade medida ficou um pouco abaixo da complexidade real, já que se estes investimentos tivesse sido apurados, o valor da complexidade seria maior.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISE DA SADIA

Este capítulo apresenta o perfil da empresa e uma breve descrição do seu processo de DPP. Em seguida, são apresentados os dados colhidos e os resultados. O perfil da Sadia e das outras duas empresas brasileiras pesquisadas inclui um histórico das mesmas, a descrição das suas atividades, seus concorrentes, parcerias, mercado em que estão inseridas e outras informações pertinentes. Muitas destas informações, mais genéricas, foram obtidas diretamente nos *sites* das empresas na Internet, e em outros artigos de revistas como *Veja*, *Istoé*, *Isto é Dinheiro* e *Exame*, consultados também na Internet.

#### 4.1 Perfil da Sadia

A Sadia é líder nacional em diversas atividades ligadas ao setor alimentício, está posicionada entre as maiores empresas de alimentos da América Latina e é uma das maiores exportadoras do País. É uma empresa nacional de capital aberto, que atua nos mercados de alimentos industrializados, aves, soja, bovinos, suínos e outros gêneros alimentícios. A empresa teve uma receita operacional bruta de mais de três bilhões de reais no ano 2000, posicionando-se em primeiro lugar no mercado nacional de alimentos congelados, resfriados, frango, peru e suínos e em terceiro lugar no segmento de margarinas.

Neste trabalho, será analisada a divisão de produtos industrializados da empresa no período de 1996 a 2000, época em que foram feitos investimentos significativos no desenvolvimento de novas linhas, inclusive com a aquisição e construção de novas unidades fabris nesta divisão. No ano 2000, a estratégia de investimentos nesse setor demonstrou bons resultados, e a empresa passou a ter 64,7% de sua receita do mercado interno advinda da venda de produtos industrializados. Os investimentos realizados pela empresa justificam-se em grande parte pelo alto valor agregado dessas linhas de produtos, que incluem massas congeladas, pratos prontos e sobremesas.

#### 4.1.1 Histórico

A Sadia foi fundada em 1944, a partir da aquisição de um frigorífico de propriedade dos frades de Concórdia, em Santa Catarina, por Atilio Fontana, fundador da empresa. Os produtos iniciais da empresa foram apenas farinha e farelo de trigo, pois o frigorífico que a empresa começara a construir ainda estava inacabado. O retorno dos investimentos aplicados no moinho permitiu completar a construção do frigorífico e, em 1947, a Sadia abriu uma filial distribuidora em São Paulo, preparando-se para atingir o mercado nacional.

Com o acelerado processo de industrialização nos anos 50, a empresa teve o desafio de transportar produtos frescos (como salames, por exemplo) de Concórdia para São Paulo e Rio de Janeiro, os maiores centros consumidores do país, sem o auxílio de caminhões frigoríficos (que ainda não existiam), pela precária rede viária nacional. A solução pioneira da empresa foi transportar em aviões os produtos delicados e perecíveis. Em 1952, arrendou-se um avião da então Panair do Brasil para levar produtos da fábrica para a capital paulista e o Rio de Janeiro, impulsionando as vendas da empresa. Neste contexto foi criada, em 1955, a Sadia Transportes Aéreos, que logo passou a transportar também passageiros, tornando-se uma empresa aérea independente da Sadia em 1972, adotando o nome de Transbrasil. Nesta época, surgiu o *slogan* "Pelo ar, para seu lar", popularizando os produtos Sadia nos anos 50. Nesta década foram abertas filiais comerciais em Bauru, Campinas, Ribeirão Preto e Rio de Janeiro. Em 1953, a empresa inaugurou sua primeira unidade fora de Concórdia - o Moinho da Lapa S.A. - na zona oeste de São Paulo.

A partir da década de 60, a empresa incluiu, em seus planos, o objetivo de exportar, priorizando o investimento em modernização tecnológica, reestruturação do sistema de vendas e na expansão de suas atividades. Em 1964 foi fundada a Frigobrás - Companhia Brasileira de Frigoríficos na cidade de São Paulo, a primeira unidade industrial de carnes e derivados fora de Concórdia, com a finalidade específica de exportar carnes. Os primeiros contratos de exportação da empresa foram assinados em 1967, quando foram vendidas algumas toneladas de carne bovina e suína *in natura*, congelada, para o então Mercado Comum Europeu e a Suíça.

Na década de 70, com o chamado "milagre econômico", o Brasil entrou num período econômico favorável e a Sadia empenhou-se na expansão de suas atividades.

Nos primeiros anos desta década, novos contratos de exportação foram fechados e foram embarcados lotes de carne suína e bovina para a Espanha, França, Itália e Portugal. Isso ampliou a receita da empresa e gerou aprendizado técnico, devido à aproximação com industriais e técnicos europeus e ao conhecimento dos hábitos alimentares de diversos países, gerando o desenvolvimento de novos cortes e produtos para o mercado externo.

Na segunda metade dos anos 70, a empresa, que iniciou a técnica de avicultura integrada em 1961, já era grande produtora de aves. Em 1975 foram exportados lotes de frango congelado para o Oriente Médio, aumentando em mais de três vezes a receita com exportação. Para conseguir atender este mercado, a empresa ajustou suas técnicas de abate de aves, realizando o chamado “abate islâmico”. Em 1976, com a inauguração da Sadia Oeste S.A., em Várzea Grande, MT, dedicada ao abate de bovinos e à exportação de carne, a pauta de exportação da empresa pôde ser diversificada com o acréscimo de produtos como a carne cozida congelada, o *corned beef* e o extrato de carne, exportados para a Europa e os Estados Unidos, enquanto os cortes bovinos congelados, somados aos frangos congelados, engrossavam as vendas para o Oriente Médio. Foi consolidada, nesta época, a vocação exportadora da empresa.

Na década de 80, apesar da conjuntura econômica desfavorável, a Sadia combinou estratégias de eficiência corporativa à ampliação da capacidade produtiva, conseguindo crescer num ambiente de recessão. Em 1980, foi criada a Sadia Trading, responsável pela centralização das operações comerciais no exterior. A aceitação dos produtos da empresa no mercado árabe foi crescendo gradualmente, os investimentos em *marketing* aumentaram e, em 1980, as exportações para países como Kwait, Barein, Catar, Emirados Árabes e Arábia Saudita já representavam a maior parcela das receitas com vendas externas. Novos mercados foram conquistados e a empresa passou a exportar para o Extremo Oriente, principalmente Japão e Hong Kong. As exportações passaram a ter mais de 15% de participação no seu faturamento bruto. Na década de 80, a Sadia passou também a acelerar suas atividades no ramo da soja, incluindo na sua pauta de exportação *commodities* como o grão, o farelo de soja e o óleo degomado.

Na década de 90, a Sadia estabeleceu filiais comerciais da Sadia Trading em Milão, Tóquio e Buenos Aires. A Argentina passou a ser a primeira base de distribuição dos produtos Sadia no então emergente Mercosul. Em 1994, a Sadia inaugurou a

Churrascaria Beijing Brasil, em Pequim, visando estabelecer laços comerciais com a China.

Em 1995, o sistema PIPA - Planejamento Integrado da Produção Avícola, propiciou à Sadia o segundo lugar do Prêmio Franz Edelman para realizações na ciência gerencial, nos EUA, pelos resultados que obteve na cadeia avícola, com seu planejamento integrado. No período de três anos, de 1992 a 1994, a Sadia quantificou um benefício da ordem de US\$ 50 milhões, atribuído ao sistema.

Desde 1996, a Companhia definiu a estratégia de aumentar a participação dos produtos de maior valor agregado nas vendas, com os objetivos de reforçar seu posicionamento como empresa capaz de satisfazer às diversas necessidades do consumidor e de se proteger contra as oscilações típicas dos mercados de *commodities*. Entre 1994 e 1997, a empresa saiu das atividades com bovinos e soja, alienando vários ativos dedicados a estas operações. Outro resultado desta reformulação foi o processo de reestruturação societária, finalizado em 1998, que resultou na Sadia S.A., que incorporou diversas empresas pertencentes ao grupo. A maior oferta de produtos industrializados - de maior valor agregado - para mercados tradicionais passou a reforçar as estratégias de exportação da empresa. Nos últimos anos da década de 90, a pauta de exportação passou a incluir empanados, embutidos, industrializados prontos e semiprontos congelados de frango, variadas linhas de hambúrgueres, pratos prontos congelados e vários outros produtos. A empresa vem consolidando, nos últimos anos, um perfil de fabricante de alimentos de alto valor agregado.

Um dos lançamentos mais marcantes dos anos 90 foi o da Linha Todo Sabor de pratos prontos congelados, com tecnologia de produção inovadora. Várias outras linhas de produtos industrializados foram lançadas nesse período, incluindo a margarina Qualy e as linhas Clubinho Sadia e Califórnia. Desde 1997, a Sadia lançou mais de 70 novos produtos, entrando em segmentos totalmente inéditos com as linhas 7 Mares, Salgadinhos, Empanados Recheados, Pizzeria, Massas Frescas e Miss Daisy (sobremesas). Para produzir as pizzas congeladas e as massas, a Sadia foi implantou, em 1998, uma nova fábrica em Ponta Grossa, PR, utilizando tecnologia de ponta.

Atualmente, os produtos com a marca Sadia são extremamente diversificados e vendidos com o nome de diversas marcas registradas no exterior e nacionalmente (como Hilal, Corcovado, Sahtein e Rezende, além de Sadia). A empresa está presente em todo o território nacional, com doze unidades industriais, e emprega cerca de trinta mil

funcionários. . Em abril de 2001, a Sadia lançou ADRs (American Depositary Receipts) nível II na Bolsa de Nova Iorque, representando um grande passo no sentido de sua internacionalização

#### 4.1.2 O mercado e os concorrentes

As companhias de alimentos processados líderes de mercado, Sadia e Perdigão, estão razoavelmente livres da ameaça de novos concorrentes neste nicho de mercado. Especialistas da AC Nielsen não vêem para logo a participação de empresas internacionais do setor no Brasil, nem mesmo o desenvolvimento de um forte competidor local.

A cadeia integrada das duas companhias - com produção, abate, processamento e distribuição - funciona como uma barreira para possíveis competidores, pois encarece o valor do negócio. Outro fator que eleva o custo da transação é a boa saúde financeira das duas empresas nos últimos anos. O cenário da concorrência, porém, não está paralisado. Um exemplo de mudança foi a entrada do grupo Oetker no ramo de pizzas congeladas, recentemente.

Até 1998, quando a Perdigão não tinha linha de massas, 95,6% do mercado era da Sadia. Em 1999 a Perdigão lançou os produtos e hoje tem 31,8% do mercado, contra 58,2% da Sadia. No momento atual, a briga pela liderança entre a Sadia e Perdigão continua aquecida: juntas, as empresas lançaram mais de 90 produtos, só nos primeiros nove meses do ano de 2002. A Sadia está se sentindo ameaçada pelo rápido avanço de sua principal rival, ao mesmo tempo que vem acompanhando uma retração no consumo dos produtos de maior valor agregado. As relações cordiais entre as empresas foram abaladas em dezembro de 2002, quando a Sadia avisou que iria processar a Perdigão por ter nomes, marcas ou embalagens de seus produtos copiadas. A Sadia estaria se referindo à semelhança entre os nomes de sua linha Todo Sabor e a Toque de Sabor da rival, ambas de produtos prontos.

O motivo para essa reação por parte da Sadia pode ter sido a recente desaceleração no crescimento do mercado de alimentos industrializados, que movimenta US\$ 500 milhões anuais, em virtude da diminuição do poder aquisitivo da população. A Sadia, que investiu muito neste segmento, teria ficado desapontada com os resultados. Em 1999, seu lucro líquido, embora continue maior do que o do concorrente, caiu

57,3%. O da Perdigão reduziu apenas 3%, ao mesmo tempo em que a participação dos congelados em seu faturamento subiu de 15% para 31%. Além disso, a Perdigão adquiriu a Batávia e entrou no mercado de peru, tradicionalmente dominado pela Sadia.

#### 4.1.3 Parcerias

Em 2000 a Sadia realizou uma parceria com a empresa inglesa Sun Valley - subsidiária da Cargill – que propiciou a consolidação dos negócios com industrializados e partes de aves no Reino Unido, resultando na criação, em 2001, da *joint venture* Concordia Foods Limited.

As outras parcerias da empresa foram relacionadas a outras áreas que não a de produtos industrializados, que são o foco desta pesquisa. Em 2001, a Sadia criou a BRF International Foods, empresa comercial exportadora, criada da união com sua concorrente Perdigão, com foco específico nas exportações de carnes para mercados emergentes como países da ex-União Soviética, Euroásia, África e América Central. Recentemente, em novembro de 2002, os dois grupos desfizeram esta parceria. O fato de as duas empresas serem ferrenhas concorrentes, tanto no mercado interno como no internacional, impediu que o negócio desse certo.

## 4.2 O processo de DPP na Sadia

Para o atendimento de suas necessidades de inovação, a Sadia criou, em meados da década de 90, a Diretoria de Desenvolvimento de Processos e Produtos (DDPP), que abrange as Gerências de Produtos e Processos, Embalagem, Engenharia, Instalações Industriais e Análise Sensorial e Instrumental. A DDPP é uma estrutura matricial simples, em que as gerências funcionais interagem com as equipes de projeto. Há pelo menos um membro de cada gerência funcional alocado diretamente aos projetos. O diretor ou coordenador da DDPP tem uma autoridade que varia em função da complexidade de cada projeto. Este diretor está subordinado aos diretores operacionais, que compõem a Comissão de Desenvolvimento.

A empresa se utilizou de um estudo da Consultoria Mckinsey (Cook & Georfiadis, 1997, *apud* Romano, 2002), que definiu as melhores práticas em desenvolvimento de produtos alimentícios e de bebidas em multinacionais norte-

americanas, e de acordo com as tipologias de projetos propostas por Clark & Wheelwright (1993), definiu as missões da DDPP (Romano, 2002):

a) desenvolver novas famílias/conceitos de produto ou plataformas: desenvolvimento de famílias de novos produtos que não podem ser elaborados utilizando tecnologias ou instalações existentes, ou que visam um consumidor, benefício ou ocasião que não são atualmente atendidos pela unidade de negócio;

b) estender famílias de produtos existentes (Projetos tipo Extensão): desenvolvimento de produtos derivados das famílias existentes, que podem ser elaborados através de tecnologias e instalações disponíveis na empresa e que visam um consumidor, benefício ou ocasião já atendidos pela unidade de negócio. Geralmente têm como função renovar o *portfolio* de produtos de forma a manter os resultados atuais;

c) melhorar processos e produtos, reduzir custos e aumentar produtividade: projetos que têm como função melhorar o desempenho de produtos existentes em termos de qualidade, custo ou entrega, por exemplo: redução de reclamações, redução de custos de formulação, desenvolvimento de novos fornecedores, ampliação da capacidade de produção, etc;

d) ampliar capacitação tecnológica da empresa (P&D e áreas relacionadas), através de assessorias internas e treinamento: consiste no aperfeiçoamento das capacitações técnicas da DDPP e de áreas relacionadas, como meio para suportar as missões anteriores.

A primeira dessas quatro missões definidas pela Sadia foi denominada de “projetos de rompimento ou *breakthrough*” pela empresa, porém, apesar de esta classificação fazer sentido em termos dos objetivos da empresa, não está correta para os fins desta pesquisa, nem segue estritamente os critérios de classificação da literatura à qual faz referência, como Clark e Wheelwright (1993). Estes projetos são, portanto, aqui considerados como de novas plataformas, e não como projetos de rompimento. Um projeto de rompimento não representa apenas um novo conceito de produto e um novo mercado-alvo; projetos radicais objetivam criar a primeira geração de um produto ou processo totalmente novo. São projetos que envolvem grandes avanços, pois seus conceitos e tecnologias centrais abrem novas perspectivas para a produção. As novas plataformas lançadas pela Sadia, nos últimos anos, não se encaixam nesta descrição. Por

exemplo, o desenvolvimento da linha de produtos clubinho (que será apresentada mais adiante) utilizou tecnologias, materiais e processos já existentes de produção, e se concentrou muito mais no *marketing*.

A DDPP atende às solicitações de projetos que provêm de toda a corporação. O principal cliente é a área de *marketing*, que se subdivide em gerências, segundo as áreas de atuação ou marca, a saber: Mercado Doméstico (cinco subgerências), Mercado Food Services, Mercado Externo e Marca Rezende. As gerências de *marketing* são organizadas de acordo com as famílias de produto que administram. A gerência de Mercado Doméstico, por exemplo, tem as seguintes subgerências: In Natura, Conveniência, Doces, Tradicionais e Light/Vita/Clubinho.

A Sadia apresenta, portanto, uma organização para projetos de desenvolvimento de novos produtos que, segundo a literatura (Clark e Wheelwright, 1993), pode ser enquadrada no conceito "Matricial", representada por equipes multifuncionais, com participantes das áreas de P&D, *marketing*, produção, suprimentos, entre outras. O grau de dedicação dos participantes, bem como o nível de autoridade do coordenador (um dos diretores operacionais, da Comissão de Desenvolvimento) são definidos de acordo com a importância e complexidade de cada projeto.

Para atender às demandas específicas dos projetos tipo "nova plataforma" e do tipo extensão (de derivados de plataformas existentes), foram estabelecidos dois processos de desenvolvimento distintos, que trabalham de forma paralela. Conceitualmente, ambos são baseados no difundido modelo "Stage-Gate™" proposto por Cooper *et alli* (2000, *apud* Romano, 2002), cujas principais etapas são: seleção de idéias, investigação preliminar, estudo de oportunidades (*business case*), desenvolvimento, implantação e lançamento. As principais diferenças entre os dois processos são: a velocidade de execução das tarefas, a profundidade e extensão das análises técnicas e mercadológicas, as exigências para a aprovação de cada fase e os responsáveis pela decisão. Na tabela 7, estão descritas as principais características que diferenciam a execução dos projetos de novas plataformas dos projetos tipo extensão de linha na empresa (Romano, 2002)

Independentemente da tipologia, todos os projetos com investimento em novas linhas de produção ou equipamentos, ou que necessitem de contratação de mão-de-obra adicional, são aprovados pela Comissão de Desenvolvimento (à qual a DDPP se

subordina), liderada pela Diretoria Industrial e pela Diretoria de *Marketing* e Vendas e constituída pelas demais Diretorias e Gerências envolvidas no projeto.

Os projetos de novas famílias (ou plataformas) são definidos a partir da seleção de idéias de diversas áreas da empresa (*brainstorming*), que sugerem a criação de novos negócios ou novas famílias de produtos. Estas sugestões são avaliadas por um grupo de executivos, que, subordinado à Comissão de Desenvolvimento e por meio de um processo estruturado, define quais idéias devem passar por uma investigação mais detalhada, a partir da qual será elaborado *o business case*. A princípio, não há um limite definido de propostas que podem passar para a fase de investigação. A aprovação da proposta de projeto e o início propriamente dito do desenvolvimento é decidido pela Comissão de Desenvolvimento, que avalia a atratividade do novo negócio, seu alinhamento com o planejamento estratégico, a coerência com as tendências de mercado e, por fim, a disponibilidade dos recursos financeiros necessários.

No caso dos projetos de extensão, o processo é extremamente dinâmico e ocorre ao longo de todo o ano, conforme as oportunidades identificadas pela área de MKT. Geralmente estes projetos não exigem investimento e são aprovados em um fórum menor, constituído, apenas pelas Diretorias e Gerências de MKT e a DDPP, e sem a participação do grupo de executivos.

Conforme a organização para projetos apresentada, fica evidente a prioridade dada aos projetos de novas famílias, quer seja pela própria dedicação da alta administração, quer seja pela alocação de recursos exclusivamente dedicados ao projeto. Este modo de operação condiz com o impacto, riscos econômicos e incertezas associadas aos projetos de novas famílias. Quando comparados, percebe-se que os projetos de extensão são significativamente superiores.

**Tabela 7**

**Características dos projetos de novas plataformas e do tipo extensão na Sadia:**

Perspectiva	Projetos de novas Plataformas/Famílias	Projetos Tipo Extensão
Produto do Projeto	Novos produtos em novas famílias (plataformas)	Novos produtos em famílias existentes
Fonte de idéias (periodicidade)	Provém do Planejamento Estratégico e Análises de Oportunidades de	Provém de oportunidades de mercado, solicitações de

	Novos Negócios (1 a 2 vezes/ano)	consumidores ou clientes e das necessidades de renovação do <i>portfolio</i> existente (fluxo contínuo ao longo do ano)
<b>Esforços de investigação preliminar e desenvolvimento</b>	Exigem elevados esforços de investigação tecnológica e mercadológica, requerem pesquisas de mercado e testes conceituais	Exigem baixos esforços de investigação, uma vez que se baseiam em informações e conhecimentos provenientes dos produtos existentes
<b>Investimentos</b>	Requerem elevados investimentos em novas linhas de produção e <i>marketing</i>	Podem ser elaborados a partir de linhas existentes com pequenas adaptações, com baixo ou nenhum investimento em ativos
<b>Prazos para implantação</b>	Geralmente superiores a 1 ano	Geralmente inferiores a seis meses
<b>Recursos Humanos</b>	Coordenador e equipe dedicam-se integralmente ao projeto. Obrigatoriamente são alocados recursos seniores	Coordenador e equipe dedicam-se parcialmente ao projeto.
<b>Ferramentas de desenvolvimento</b>	Empregam-se métodos de desdobramentos da função qualidade (QFD), pesquisas de mercado e <i>focus group</i>	Utilizam-se matrizes de qualidade resumidas e ou adaptadas das matrizes que definiram a família de produtos no passado. Realizam-se testes sensoriais afetivos quando necessário
<b>Avaliação/Acompanhamento do trabalho</b>	O coordenador apresenta periodicamente a evolução do trabalho, expõe os problemas encontrados e solicita apoio e recursos junto a Comissão de Desenvolvimento	O coordenador solicita reuniões com a Comissão de Desenvolvimento sempre que considera necessário ou lhe é solicitado
<b>Aprovação nos portões (<i>Gates</i>)</b>	Comissão de Desenvolvimento	Comissão de Desenvolvimento (com investimento) ou Diretorias de MKT e DDPP

Fonte: Romano, 2002.

A partir da implantação de importantes plataformas de produtos desde 1997, houve naturalmente uma crescente demanda por projetos de extensão de linha e de

melhoria, tanto nas novas famílias como em famílias existentes. Em 2001, foram lançados 132 novos itens de venda a partir da implantação de 62 projetos de desenvolvimento, dos quais 85% foram de extensão de famílias já existentes. Na divisão de alimentos industrializados, foco desta pesquisa, foram lançadas oito novas plataformas ou famílias de produtos no período de 1996 a 2000, as quais foram constantemente expandidas.

### **4.3 Dados colhidos e resultados**

Neste estudo, serão considerados apenas os dados da divisão de produtos industrializados da Sadia. Os dados foram colhidos em entrevistas com um dos funcionários da área de desenvolvimento da Sadia, e pela consulta aos relatórios anuais e outras informações fornecidas pela empresa. Nos relatórios, foram obtidos os valores das receitas do segmento de industrializados, e os investimentos totais neste segmento. Nas entrevistas, foi possível determinar o investimento por linha lançada, e foram obtidas informações gerais sobre as linhas de produtos, unidades fabris e sobre o processo de DPP na Sadia.

Foram lançadas oito novas famílias no período pesquisado, de 1996 a 2000. Este período foi o escolhido por ser suficientemente abrangente para que vários ciclos de desenvolvimento tenham sido realizados pela empresa, conforme estabelecido no capítulo de metodologia, e também devido às limitações da fonte de dados, já que não se dispunha de informações para um período mais longo. Como a duração média de um projeto de nova plataforma é de um ano e cinco meses, neste período a empresa poderia ter realizado aproximadamente quatro ciclos completos de desenvolvimento, mesmo que se dedicasse exclusivamente a cada projeto. Entre 1996 e 2000, a Sadia focou os seus investimentos no setor de produtos industrializados e fez dezenas de lançamentos nas oito novas famílias. Em algumas destas famílias, a empresa construiu novas unidades fabris e, em outras, apenas adaptou novas linhas de produção em unidades existentes. Cada nova plataforma demandou diferentes esforços de desenvolvimento por parte da companhia. A seguir, é realizada uma breve descrição destas plataformas.

#### **4.3.1 Plataforma - Fatiados Cozidos (presunto)**

Esta plataforma foi expandida mediante reforma civil em uma fábrica existente em Toledo (PR) e criação de uma nova linha de produção. Foi implementada uma nova tecnologia de embalagem destes produtos. A tecnologia de fabricação de presuntos já era de domínio da empresa e praticamente não sofreu modificações. A parcela do investimento total aplicada em PD&E foi de cerca de 20%.

#### 4.3.2 Plataforma - Sete Mares

Compreende a linha de produtos com peixe (quatro pratos prontos, três empanados) com a marca Sete Mares. Estes produtos são importados da Dinamarca, de modo que não houve investimentos em uma nova fábrica ou em novas linhas de produção. Houve, porém, investimentos significativos em *marketing*, e algum investimento em PD&E (que representou apenas de 5% do valor total investido).

#### 4.3.3 Plataforma - Clubinho

Esta plataforma inaugurou um novo conceito "mercadológico" de produto para a empresa, pois é uma linha que visa atender aos consumidores de baixa faixa etária (público infantil). A linha inclui produtos de frango (*nuggets*, hambúrguer e salsichas). A marca clubinho também foi utilizada na comercialização de produtos de outras plataformas, como as mini-pizzas e pão de queijo. Foram feitos investimentos apenas em *marketing* e PD&E; os investimentos em PD&E representaram apenas 4% do investimento total. O investimento em *marketing* é, portanto, o principal gerador desta nova plataforma, que utiliza uma fábrica que já existia em Chapecó-SC, e uma linha de produção que também já estava em funcionamento.

#### 4.3.4 Plataforma - Salgadinhos

Linha de produtos que inclui coxinhas, empadinhas, tortinhas, miniquibes e croquetes. Foi desenvolvida uma nova linha de produção numa fábrica existente, em Chapecó-SC. A tecnologia de fabricação de salgadinhos já era de domínio da empresa (que já fabricava produtos como quibes, por exemplo, há mais de uma década), e isto se

evidenciou na pequena parcela do investimento destinada à PD&E, de cerca de 11,4% do investimento total.

#### 4.3.5 Plataforma - Pratos Prontos

Esta linha introduziu um novo conceito de alimentos do tipo “prato pronto”. Os ingredientes destes alimentos são congelados individualmente para preparo na panela, microondas e forno. Foram criados pratos de carne e pratos de massas, como carne fatiada com brócolis e feijoada. Os derivados desta família estão listados na tabela abaixo. Esta nova linha de produção, bastante diversificada, foi instalada em uma fábrica existente.

Apesar de os pratos prontos terem ingredientes diferentes, a produção dos mesmos utiliza equipamentos e processos em comum, e eles são elaborados numa mesma linha de produção. Estes produtos podem, portanto, ser considerados como uma única plataforma, não só por partilharem de investimentos de *marketing* feitos pela empresa para a linha como um todo, mas porque também compartilham processos de fabricação (como embalagem, separação dos ingredientes, cozimento das carnes, etc.). Este critério de definição de uma plataforma está de acordo com o critério discutido no capítulo 2, de Fundamentos conceituais, que estabelece um novo conceito de plataforma/família de produtos.

**Tabela 8**

**Derivados da plataforma de pratos prontos da Sadia :**

<b>Pratos prontos congelados</b>	
<b>Carnes</b>	<b>Massas</b>
Carne fatiada com brócolis	Canelone de frango com catupiry
Feijoada	Canelone de ricota com espinafre
Filé de frango à parmegiana	Cappelletti de presunto tender ao molho branco
Frango xadrez	Fusilli com frango, tomate e azeitonas pretas
Strogonoff de carne	Fusilli com linguiça calabresa ao sugo
Strogonoff de frango	Fusilli com peito de peru ao molho branco
	Lasanha á bolonhesa / Mini lasanha à bolonhesa
	Lasanha ao creme de espinafre

	Lasanha aos 4 queijos / Mini lasanha aos 4 queijos
	Lasanha de frango ao molho de vegetais
	Lasanha de presunto e queijo ao sugo
	Nhoque à bolonhesa
	Penne à romanesca
	Ravióli de queijo com funghi e champignon
	Ravióli de queijo à bolonhesa
	Lasanha verde à bolonhesa
	Yakisoba
	Canelone de frango com catupiry
	Canelone de ricota com espinafre
	Cappelletti de presunto tender ao molho branco
	Fusilli com frango, tomate e azeitonas pretas
	Fusilli com linguiça calabresa ao sugo
	Fusilli com peito de peru ao molho branco
	Lasanha á bolonhesa / Mini lasanha à bolonhesa

#### 4.3.6 Plataforma - *Pizzas*

Esta linha demandou um novo conceito de produto, e foi construída uma nova fábrica com novas linhas de produção em Ponta Grossa, no Paraná. Existem três tipos de *pizzas*, as *minipizzas*, as *pizzas* “meio a meio” (com queijo e presunto ou queijo e calabresa) e as *pizzas* tradicionais, como a de quatro queijos, mussarela, frango com Catupiry etc.

#### 4.3.7 Plataforma - Massas Frescas

Para a fabricação deste tipo de alimento, que é apenas refrigerado e não congelado, a empresa teve que desenvolver um novo conceito de produto, o que demandou a construção de uma nova fábrica e de novas linhas de produção. Esta linha de produtos se subdivide em massas longas e massas recheadas. As massas longas são o talharim e o talharim de “grano duro”, e as massas recheadas incluem *capelletti*, *fagottini* e ravióli.

#### 4.3.8 Plataforma - Tortas

Esta nova linha também foi totalmente inovadora, sendo criado um novo conceito de produto. As tortas são fabricadas em uma nova linha de produção, numa fábrica já existente. Os produtos incluem quiches, tortas de palmito, de frango, de peito de peru e de ricota.

#### 4.3.4 Resultados

Como pôde ser notado, apenas a família Clubinho utilizou uma fábrica e uma plataforma já existentes, na unidade de Chapecó-SC, que já fabricava empanados, hambúrgueres e salsichas. Todas as outras linhas, com exceção da Sete Mares, que é terceirizada, investiram em novas plataformas, e muitas vezes em novas unidades fabris. A linha Sete mares demandou maiores investimentos em *marketing*, por se tratarem de produtos diferentes dos que a empresa usualmente oferecia ao consumidor, e não teve um bom resultado comercial.

Devido à qualidade dos dados fornecidos pelo Departamento de Desenvolvimento de Produtos da empresa, e pelo alto nível das informações contidas nos relatórios anuais publicados pela Sadia, será possível fazer dois cálculos do índice de complexidade, e compará-los: o primeiro pelo valor total investido nas oito linhas novas, e o segundo pelo valor total de investimentos da empresa no setor de industrializados, conforme declarado nos relatórios anuais. Posteriormente, serão discutidas as razões das eventuais diferenças encontradas nos cálculos.

Como para o presente estudo estão sendo consideradas apenas as famílias de produtos industrializados da empresa, as receitas brutas do grupo foram desconsideradas e será analisada apenas a receita deste segmento. Em 1999, a Sadia adquiriu a fábrica de sobremesas congeladas Miss Daisy, num investimento considerável para a empresa, mas que gera um faturamento relativamente baixo em relação ao total do grupo (em torno de 5%). A família de produtos Miss Daisy inclui principalmente tortas congeladas, mousses e outras sobremesas. A empresa investiu na expansão desta linha de sobremesas, lançando vários novos produtos. Infelizmente, por se tratar de um investimento estratégico e sigiloso da empresa, não foi possível obter os valores investidos.

Há, portanto, alguma distorção nos cálculos da complexidade dos projetos e do desempenho em realizar lançamentos, cálculos estes que são apresentados mais adiante.

A complexidade medida pode ter sido menor do que a real (caso o custo de desenvolvimento da plataforma Miss Daisy seja maior que a média do custo das outras oito plataformas lançadas), ou maior que a real (caso o custo de desenvolvimento tenha sido menor que a média). O desempenho em realizar lançamentos teve um valor menor que o real, pois a variável P do modelo teórico teria um valor de nove, e não de oito, caso as informações sobre a plataforma Miss Daisy fossem incluídas na pesquisa.

As tabelas a seguir mostram os resultados da coleta de dados na divisão de produtos industrializados da Sadia:

**Tabela 9**

**Receita, investimentos totais e investimentos nas oito novas plataformas da Sadia:**

Ano	Receita	Investimento Total Anual (U\$ milhões)	Investimento nas Plataformas lançadas (U\$ milhões)
1996	1078,81	48,8	11,06
1997	1060,61	46,42	40,50
1998	991,80	71,76	20,03
1999	778,17	39,10	3,68
2000	890,40	22,19	4,62
<b>Total</b>	<b>4799,79</b>	<b>228,27</b>	<b>79,89</b>

**Tabela 10****Detalhes dos investimentos nas plataformas lançadas pela Sadia:**

Plataforma	Fatiados Cozidos	7 Mares	Clubinh o	Salga dinhos	Pratos Prontos IQF	<i>Pizzas</i>	Massas Frescas	Tortas	Total
Início do Projeto	Jan-96	jun-96	Nov-96	jan-97	jun-97	jan-97	jan-97	ago-99	
Lançamento	jun-97	jun-97	jun-97	mar-98	jun-98	nov-98	mar-99	nov-00	
Duração (meses)	18	13	8	15	13	23	27	16	
Investimentos em:	*	*	*	*	*	*	*	*	
-Ativos Fixos									
-PD&E									
-Marketing proj.									
Investimento Total (U\$milhões)	4,897	9,162	11,431	8,000	3,564	21,949	14,157	6,725	79,89

\* A empresa solicitou que estes investimentos não fossem publicados de forma separada, porém forneceu os valores para análise.

**Tabela 11****Resumo dos resultados na Sadia, com correção monetária:**

Período	Anos	Faturamento (U\$ milhões)	Investimentos em projetos (U\$ milhões)	Número de Plataformas
1996-2000	5	5291.96	89.00	8

Os valores referentes à receita e investimentos totais em DPP foram obtidos (em dólares) nos relatórios anuais, que fornecem as demonstrações contábeis consolidadas do grupo. A receita utilizada foi a receita total do grupo Sadia multiplicada pelo percentual de participação dos produtos industrializados. A conversão dos valores dos investimentos por plataforma de reais para dólares levou em conta quantos meses em cada ano o projeto durou, fazendo uma média ponderada com as taxas anuais médias da moeda americana. Todos os valores em dólar foram, então, corrigidos pela taxa de inflação americana (CPI) até 2002, e apresentados na tabela 11.

Como já foi explicado, foram feitos dois cálculos para determinar o valor da variável *C* (custo médio para desenvolver uma plataforma) do modelo teórico. As

causas das diferenças entre os cálculos da complexidade utilizando o investimento total anual (em PD&E, ativos fixos e *marketing*) e o investimento em cada nova plataforma são muitas, e já foram discutidas no capítulo de metodologia (na seção de coleta de dados).

Uma das causas mais importantes dessa diferença (de mais de 100%) é que, no período pesquisado, houve investimentos em derivados de plataformas já existentes em 1996, que não foram considerados no valor investido nas oito novas plataformas mas que foram, porém, contabilizados e considerados como investimentos em novos produtos, nos relatórios anuais. Os exemplos são muitos: no ano de 1996, início do período estudado, foi ampliada a capacidade de linhas como Parma, Copa e Hambúrguer, e construída a fábrica de salames em Concórdia (SC) e de empanados em Chapecó. Em 1997, entrou em operação a unidade de hambúrgueres, quibes e almôndegas de Várzea Grande (MT). No ano de 2000 foi lançada a Qualy Fibras, expansão da linha existente de margarinas. Provavelmente foram feitos também investimentos em DPP que beneficiaram os projetos em geral, mas que não foram apurados no custo dos projetos individuais. Não foi possível, porém, obter estes valores. Nas entrevistas, foi afirmado que estes eram pequenos o suficiente para serem descartados.

Outra causa que explicaria as diferenças seria a presença de projetos de novas plataformas iniciados, mas não concluídos, ou que foram abandonados, no período pesquisado. Nas entrevistas, porém, foi apurado que isto não ocorreu no período de 1996 a 2000. Também não houve projetos de novas plataformas iniciados antes do período pesquisado e concluídos neste período.

O cálculo dos investimentos por nova plataforma lançada, por ser mais preciso, foi o escolhido, e utilizado na comparação dos resultados com as outras empresas pesquisadas.

As diferenças no dois cálculos da complexidade teriam sido menores caso a Sadia tivesse desenvolvido um número muito pequeno de plataformas. Isso facilitaria a coleta de dados num período em que todos os investimentos foram feitos em plataformas iniciadas e concluídas neste mesmo período.

No cálculo da complexidade, os investimentos incluem pesquisa, desenvolvimento, engenharia não rotineira, serviços tecnológicos, *marketing* de projeto, ativos fixos, e todos os outros gastos referentes ao desenvolvimento de novos produtos. No cálculo

dos investimentos de cada nova plataforma lançada, foi necessário fazer um rateio dos custos proporcionalmente ao uso da mão-de-obra do grupo de desenvolvimento, porque a empresa não faz um rateio dos custos por projeto.

O valor do investimento em *marketing*, para cada família, inclui os gastos com pesquisas de mercado e campanhas de lançamento, e campanhas “de manutenção” ou seja, todos os custos de *marketing* que a empresa teve com as novas linhas. Os investimentos “pós-lançamento” fazem parte da análise de *pay-back* (retorno financeiro) da Sadia, e são encarados como um custo de desenvolvimento dos seus produtos, por isso foram incluídos.

A Sadia não tem nenhum tipo de parceria de risco com seus fornecedores, mas já solicitou o fornecimento de produtos por terceiros, como, por exemplo, no desenvolvimento de sua massa de pastel. Nestes casos, os fornecedores são remunerados por volume de vendas, mas não participam diretamente no investimento em desenvolvimento. Parcerias de risco são muito raras no setor de alimentos, de acordo com os funcionários (engenheiros) consultados na Sadia.

Nas entrevistas, foi verificado que não houve mudanças tecnológicas radicais no processo de DPP no período analisado. Isto é um dado importante na medida em que uma das suposições do modelo teórico é que houve estabilidade na evolução de tecnologias. Esta questão está discutida em mais detalhes, para as três empresas nacionais, no capítulo final de conclusões.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISE DA EMBRAER

Este capítulo inclui o perfil da empresa e uma breve descrição do seu processo de DPP, centrada nos aspectos mais pertinentes à pesquisa. Em seguida, são apresentados os dados colhidos e os resultados.

#### 5.1 Perfil da Embraer

A Embraer é uma empresa nacional de capital aberto, fabricante de aeronaves, e focada em segmentos de mercado com grande potencial de crescimento na aviação comercial, militar e corporativa. As suas famílias de jatos regionais a posicionaram entre os quatro maiores fabricantes de aeronaves do mundo, tendo obtido em 2001 uma receita de R\$ 7 bilhões. A Embraer tem se destacado no desenvolvimento e produção de aeronaves de operação no segmento de aviação regional ao redor do mundo, principalmente com o enorme sucesso das vendas do ERJ-145 (de 50 lugares). Tal segmento utiliza-se, em grande parte, de aviões de porte médio (*commuters*), de 10 a 120 lugares.

##### 5.1.1 Histórico

O surgimento da Embraer está relacionado ao surgimento do Centro Técnico Aeroespacial, antigo Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e também do avião Bandeirante. O CTA foi criado em 1945, por iniciativa do tenente-coronel Casimiro Montenegro Filho, quatro anos após a criação da FAB –Força Aérea Brasileira, com o objetivo de congregar ensino, pesquisa e produção experimental. O primeiro instituto criado pelo CTA foi o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), escola viabilizada por um convênio firmado com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), dos Estados Unidos (Bernardes, 2000). Com o CTA, o estado demonstrou a intenção de viabilizar o surgimento e a manutenção de uma massa crítica de cientistas devotados ao desenvolvimento e/ou absorção da tecnologia aeronáutica. Foram criados institutos associados, dedicados ao ensino de graduação e pós-graduação, pesquisas, qualificação de fornecedores e atividades aeroespaciais.

Do mesmo modo que o CTA significou uma nova etapa na história da indústria aeronáutica nacional, a Embraer inaugurou o que pode ser chamada de a sua fase moderna, com arranjo produtivo, econômico e comercial na fabricação de aeronaves nacionais. Ozires Silva, chefe da equipe do departamento de aeronaves (PAR) do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), convenceu o Ministério da Aeronáutica a autorizar uma alocação específica de recursos para o desenvolvimento do IPD-6504 (ou BEM-110), um avião turbohélice bimotor que foi posteriormente batizado como Bandeirante. A origem da Embraer foi este projeto do Bandeirante, na década de 60. Naquela época, muitas empresas buscavam aviões maiores, com capacidade para transportar mais passageiros e de forma mais veloz. Suas preferências de compra se concentraram, portanto, naqueles produtos que satisfaziam esses requisitos e, ao mesmo tempo, que ofereciam condições operacionais capazes de produzir menores custos operacionais e maiores retornos econômicos. (Camargo *et alli*, 2001). Surgiu, portanto, uma lacuna de mercado para aviões modernos para a operação regional. O projeto do Bandeirante era destinado a criar e desenvolver um novo avião para operação regional capaz de transportar até nove passageiros.

A idéia era chegar a um avião concebido de forma a poder crescer e capaz de substituir, na maioria dos segmentos, o bem sucedido DC-3. Houve uma tentativa de atrair várias empresas que pudessem participar da fabricação desta aeronave. No entanto, nenhuma das empresas gozava de boa saúde financeira e todas dependiam de contratos governamentais para sua sobrevivência. Como, no final dos anos 60, o parque industrial brasileiro já havia amadurecido razoavelmente e a indústria automobilística havia criado um parque de apoio para o fornecimento de materiais e componentes de utilização aeronáutica, o projeto do CTA passou a ser apoiado politicamente pelo regime militar, que acreditava na criação de uma fábrica pioneira para a produção do Bandeirante.

Como descreve Bernardes (2000), os militares buscaram o apoio dos civis ou mais precisamente do capital nacional privado para a realização de uma empresa civil.

Apesar das condições favoráveis, houve desinteresse e aversão do setor privado em injetar recursos em uma empresa aeronáutica de grande porte, sem uma garantia concreta de investimentos governamentais. O ministro da Fazenda da época, Delfim Neto, criou então incentivos fiscais para as empresas que investissem na Embraer, que foi criada por um decreto-lei pelo governo. A Embraer nasceu como uma empresa de

economia mista, na qual a união detinha a maioria do capital votante, que ficava sob controle do Ministério da Aeronáutica.

A grande preocupação do projeto do Bandeirante sempre foi com o volume de produção, visando garantir um baixo custo de produção, além da preocupação em se conseguir um volume considerável de encomendas e não depender somente das compras do governo.

Após a aprovação do programa pelo Ministério da Aeronáutica, iniciaram-se os trabalhos. Já de início, estava claro que muitas das necessidades de peças e principalmente o motor teriam de ser importados, pois o avião deveria ser moderno, seguro e eficiente. Era o início de uma estratégia tecnológica que negava a verticalização. A Embraer centrou seus esforços nas tecnologias-chave que determinam o avião como produto final, e renunciou à idéia de construir um avião com peças totalmente nacionalizadas. A empresa estrategicamente privilegiou o domínio e a capacitação tecnológica nas áreas de aerodinâmica, fuselagem e integração de projeto. Os esforços foram dirigidos para a capacitação na área de projetos de aviões e na integração do mix de componentes que não podiam ser fabricados pela empresa. A conquista de competência e capacitação na área de fuselagem da aeronave foi considerada estratégica para o futuro competitivo da empresa.

A percepção de que algumas tecnologias reproduzem pequenas variantes ou avanços tecnológicos incrementais constituiu uma estratégia vital para a Embraer, permitindo que a empresa identificasse dois tipos de “tecnologias-chave” que deveriam ser notadas a cada vez que é galgado um degrau da escala tecnológica. Um exemplo é a produção de novos materiais. (Bernardes, 2000). A descoberta das vantagens existentes no desenvolvimento de versões derivadas de modelos básicos, devido aos custos reduzidos e à rapidez no ciclo de produção, acabou por conduzir a Embraer a adotar o conceito de família usado tanto pela Boeing como pela Airbus em suas linhas de grandes jatos comerciais. A família oferece a vantagem dos elementos comuns entre os aviões, o que significa menor custo de infra-estrutura de manutenção, menores custos de treinamento de pilotos e pessoal técnico e a possibilidade de “*upgrades*” nos tripulantes, além de reduzir o “*time to market*”, já que as decisões de *marketing* são dinamizadas.

Efetivamente, a Embraer iniciou as atividades fabris em janeiro de 1970, tendo à frente como seu primeiro superintendente geral o coronel Ozires Silva, que exerceu esta função por quase duas décadas. Em maio de 1970, conseguiu-se a assinatura de um

contrato com o Ministério da Aeronáutica, que encomendava oitenta aviões Bandeirantes e 112 jatos MB 326G (Xavantes). Os últimos seriam fabricados sob licença da Aermacchi. Decolava efetivamente a Embraer (Dagnino, 1993). O mercado inicial da Embraer foi o mercado doméstico, garantido pela política governamental. O uso deste poder de compra, especialmente nos primeiros cinco anos de existência da empresa, foi crucial, num momento em que a necessidade de capital era intensa e o mercado interno era suprido pelas importações. Até a metade da década de 70, o Brasil era um dos maiores importadores de aeronaves americanas pequenas, de até dez lugares (Becker, 1986, *apud* Bernardes, 2000).

Em função basicamente de seu baixo custo de aquisição e das condições vantajosas de financiamento que apresentou, o Bandeirante alcançou grande sucesso no mercado norte-americano. Em 1982 dominava 32% do mercado dos EUA no segmento de 10-20 passageiros e representava 62% das importações daquele país neste segmento. Dos cerca de quinhentos Bandeirantes construídos pela EMBRAER, 262 foram exportados, principalmente para companhias norte-americanas. O Bandeirante deixou de ser fabricado em 1990, sendo substituído pelo Brasília (EMB-120).

O segundo projeto foi o EMB-200 Ipanema, um avião agrícola, que atendia as especificações do Ministério da Agricultura, e foi projetado para operar nas condições climáticas e de cultivo do Brasil. O terceiro projeto foi chamado de Xavante (EMB-326), utilizado como avião de treinamento avançado pelo Ministério da Aeronáutica e apenas montado no Brasil (os *kits* de montagem eram produzidos pela Aermacchi, empresa aérea italiana). O projeto seguinte, dentre outros que não chegaram à fase de produção, foi o do Xingu (EMB-121), um avião turbohélice pressurizado para sete passageiros que não teve êxito comercial (teve produção iniciada em 1978), mas que gerou uma capacitação tecnológica essencial para a realização do projeto do modelo Brasília, no sistema de pressurização.

Em 1983, teve início a produção do Tucano (EMB-312), projeto iniciado em 1978, um avião turbohélice de uso exclusivo militar de treinamento e ataque ao solo, com características funcionais de um jato. Esse avião teve bom desempenho de vendas, especialmente nos anos oitenta.

O projeto do Brasília (EMB-120) foi abandonado na década de 70, mas retomado em 1981, e objetivou substituir o Bandeirante, sendo uma evolução natural deste modelo. Trata-se de um avião bimotor pressurizado, para o transporte de

passageiros em linhas regionais, com capacidade para trinta a quarenta passageiros. Este avião foi o primeiro de sua categoria a ultrapassar a barreira dos trezentos nós de velocidade, e foi homologado e comercializado em 1985, obtendo um bom resultado de vendas. A fuselagem do EMB-120 foi utilizada posteriormente pela empresa no desenvolvimento do EMB-145 (ou ERJ-145).

Um dos projetos que ofereceu mais desafios à empresa foi o do AMX, um jato subsônico de combate desenvolvido para suceder o ultrapassado Xavante. A Embraer celebrou um acordo com a Aermacchi e a Aeritalia em 1980 para produzi-lo, ficando responsável pelo projeto e fabricação das asas, suportes dos armamentos e tanques externos. O primeiro voo ocorreu em 1985, e a primeira unidade produzida em 1989.

O próximo projeto da empresa foi o do EMB-123 (Vector), avião turboélice destinado ao segmento de dezenove passageiros e inteiramente desenhado por computadores, utilizando as ferramentas CAD (*computer aided design*) e CAM (*computer aided manufacturing*). Este programa teve início por ocasião da visita do presidente José Sarney à Argentina em 1989, onde foi assinada a “Declaração de Iguazu”. O CBA 123 foi desenvolvido em parceria com a Argentina e resolvido em nível de governo, num projeto que privilegiou a excelência técnica, sem o devido cuidado com os aspectos de mercados. Este projeto resultou numa grande lição para a Embraer. Por um lado, o projeto permitiu à empresa adquirir domínio de muitas tecnologias de ponta; contudo, o conceito focado na excelência técnica resultou num avião excessivamente caro, o que determinou o insucesso do programa. Foram investidos US\$ 280 milhões (a parcela da Embraer foi de US\$ 220 milhões), em conjunto com a fábrica militar de aviões da Argentina, mas o avião nunca chegou a ser produzido por falta de mercado. Para a entrada em linha do CBA-123, eram necessários mais US\$140 milhões, recursos que não puderam ser viabilizados pela Embraer.

Por fim, em 1989 começaram os primeiros estudos para o desenvolvimento do ERJ-145, jato de cinquenta passageiros que seria o primeiro jato a ser fabricado pela Embraer, modelo que originou as duas principais famílias de aviões produzidas atualmente pela empresa, e que são o objeto principal deste estudo.

No final da década de oitenta, os concorrentes da Embraer no mercado de *commuters* (aviões de médio porte) vinham aperfeiçoando seus modelos sem aumentarem os preços, fato que gerou pressões para que a Embraer adotasse novas formas de produção para se manter competitiva. Como resposta a esta necessidade,

surgiu o projeto do ERJ-145, um avião a jato mais rápido e com maior capacidade de transporte e capaz de realizar rotas mais longas. Este projeto foi realizado num período de crise para a empresa.

Foi nesta época que se evidenciou um esgotamento do modelo de gestão empresarial da Embraer, e o início de sua crise econômica, que foi agravada nos anos noventa. Com o advento da Nova República e a eleição direta para presidente em 1990, os incentivos fiscais que subsidiavam a empresa foram extintos, e foram criados novos mecanismos de controle social dos gastos públicos. No plano internacional, o fim da Guerra Fria e o desarmamento de muitos países reduziu o mercado de aeronaves. Dois fatores cruciais para explicar a crise da empresa foram o alto custo dos componentes importados das aeronaves nacionais e a baixa prioridade dada à obtenção de lucro nos projetos. O projeto do Vector, por exemplo, gerou uma aeronave de custo mais alto que seus concorrentes, e que, apesar de oferecer inúmeros requintes e inovações tecnológicas, não pôde competir no mercado. O jato AMX, apesar de visto como um projeto que traria retorno tecnológico para o país, consumiu uma vasta quantidade de recursos, cerca de US\$ 1,8 bilhões até 1987. Nesta época, o então diretor superintendente da empresa, Ozílio Silva, declarou que “o governo não havia investido no AMX para ter retorno financeiro, e sim para ter o avião” (Lopes, 1994:340, *apud* Bernardes, 2000)

A crise se agravou no início da década de noventa, com a crise financeira que atingiu o estado brasileiro, enfraquecendo os orçamentos destinados aos fabricantes da área militar e aos fornecedores do governo. Além disso, com fim da guerra-fria, o programa AMX teve uma redução de 40% nas entregas. Em 1990, os prejuízos da Embraer somavam cerca de US\$ 241 milhões, o patrimônio líquido teve queda de 30%, e o faturamento vinha decaindo, chegando a apenas US\$ 177 milhões em 1994. O endividamento da empresa registrava US\$ 620 milhões em 1990. US\$ 502 milhões eram dívidas de curto prazo.

Neste contexto foi iniciado o processo de privatização brasileiro, e que culminou na privatização da Embraer em 1994. A União era detentora de 97% das ações de controle da Embraer, que passou a ser controlada por um consórcio após a privatização, constituído pelo grupo Bozano Simonsen, Previ, Sistel e pelo Clube de Empregados da Embraer.

O programa ERJ-145 achava-se na fase de conclusão de protótipo, e a estratégia de recuperação e viabilização da Embraer dependeram em grande medida do sucesso

deste programa. A empresa foi submetida a um novo processo de ajuste econômico-financeiro, e uma mudança radical de seus valores e do seu modelo de competição. A nova administração centrou sua estratégia em quatro valores básicos (Bernardes, 2000):

- Formalização de um compromisso com uma administração de resultados.
- Reconstrução das relações com os clientes e fornecedores mediante uma política de busca incessante e focalização dos esforços da empresa para a satisfação dos clientes.
- Plano de ação com nova estratégia de mercado e um plano de reestruturação organizacional e produtiva.
- Prioridade para a viabilização do programa ERJ-145.

Em 1995, a empresa demitiu 1.700 funcionários de um total de 5.600, reduzindo em 17% o número de engenheiros. Em 1997, com o impulso das vendas do ERJ-145, este processo se inverteu e foram gerados 624 novos postos de trabalho. Em 1998, com o sucesso das vendas para o mercado externo dos jatos ERJ-135 e 145, foram contratados mais 2.243 funcionários. Foi realizada uma modificação no *layout* das instalações da empresa, numa área total de 150.000 metros quadrados, liberando espaço para a produção da família ERJ-145.

### 5.1.2 O mercado e os concorrentes

O principal nicho de mercado da Embraer na atualidade é o de de aviões de porte médio (*commuters*), de 10 a 120 lugares, vendidos principalmente para o mercado civil. O lançamento de qualquer aeronave para uso civil é necessariamente realizado para o mercado internacional (Bernardes, 2000). Os países europeus detêm uma participação de 5 a 20% do mercado global; os EUA respondem por 50% e os 30% restantes são distribuídos por diversos países. A saída para sobreviver nesse mercado competitivo é buscar um nicho inexplorado pelas grandes companhias, como fez a Embraer, ou participar de programas de cooperação. O mercado de *commuters* se subdivide em três segmentos: de 10 a 20 lugares, de 20 a 45, e mais de 45. Com a desregulamentação do mercado de transporte aéreo norte-americano (que estabelecia a tarifa em função da distância entre as cidades e o volume de tráfego) em 1978, houve um enorme crescimento na demanda por aeronaves da categoria *commuter*, e várias empresas

passaram a concorrer nesse mercado, induzindo uma queda brusca nos preços das passagens e um aumento na qualidade dos serviços. As projeções atuais sinalizam que este continuará sendo um dos mercados mais promissores do setor aeronáutico. Estas projeções indicam que haverá uma substituição das grandes aeronaves por *commuters* a jato, para rotas internas nos EUA que têm uma demanda menor de passageiros.

Com o lançamento da família do ERJ-145, a Embraer colocou no mercado um produto 20% mais barato que o seu concorrente direto, o Canadair Regional Jet da Bombardier, que custa US\$ 18,6 milhões. Além disso, os custos operacionais desses modelos são mais reduzidos e o desempenho em alguns requisitos são melhores que os seus concorrentes, como o modelo da Bombardier e o SAAB-2000 (turbohélice). O ERJ-145 possui uma relação preço/assento e produtividade melhores do que os turbohélices (DASH 8, ATR e SAAB-2000), porém inferior ao jato da Bombardier (CRJ-500). O ERJ-145 é a única aeronave, no momento, a conjugar o rendimento de jato com os custos operacionais de um turbohélice.

A primeira grande concorrência internacional disputada entre o ERJ-145 e o CRJ-500 foi o contrato de mais de 150 aeronaves para as empresas americanas ASA e Comer. Apesar de as empresas terem demonstrado preferência pelo ERJ, dadas as suas virtudes técnicas e o preço mais competitivo, a Embraer perdeu a concorrência para a Bombardier em virtude das condições de financiamento e juros mais competitivos para a compra das aeronaves da concorrente. Foi neste contexto que o BNDES passou a construir uma parceria com a Embraer, visando criar linhas de financiamento às vendas no mercado externo. Após estas mudanças, a Embraer realizou a maior venda de sua história, uma encomenda de mais de US\$ 1 bilhão para uma subsidiária da American Airlines. Na ocasião desta concorrência, houve disputas judiciais entre a Bombardier e a Embraer, que se acusaram mutuamente de terem recebido subsídios governamentais. Esta concorrência entre as duas empresas foi tão acirrada que a Bombardier tentou recrutar funcionários da Embraer fazendo propostas diretas aos seus engenheiros, dentro da fábrica em São Bernardo do Campo.

## **5.2 O processo de DPP na Embraer**

A evolução das técnicas de DPP na Embraer tem alguns marcos históricos importantes. A cada nova plataforma, a empresa pôde aperfeiçoar sua estrutura de

desenvolvimento, e incorporar novas técnicas, culminando na estrutura atual, que está sendo utilizada no projeto EMB-170. Os principais marcos desta evolução estão listados abaixo. As datas indicadas em cada projeto apontam o ano de início da produção.

#### 5.2.1 Projeto do Bandeirante (década de sessenta)

Este avião marcou o nascimento da Embraer. Como muitas das peças e o próprio motor tiveram que ser importados, houve o início de uma estratégia tecnológica que negava a verticalização. A Embraer centrou seus esforços nas tecnologias-chave que determinam o avião como produto final, e renunciou à idéia de construir um avião com peças totalmente nacionalizadas. A empresa privilegiou o domínio e a capacitação tecnológica nas áreas de aerodinâmica, fuselagem e integração de projeto. Os esforços foram dirigidos para a capacitação na área de projetos de aviões e na integração do mix de componentes que não podiam ser fabricados pela empresa.

#### 5.2.2 Projeto do Xingu (1978)

Este avião turbohélice pressurizado para sete passageiros não teve êxito comercial, mas que gerou uma capacitação tecnológica essencial para a realização do projeto do modelo Brasília, no sistema de pressurização.

#### 5.2.3 Projeto do Brasília (1981)

Trata-se de um avião bimotor pressurizado, para o transporte de passageiros em linhas regionais, com capacidade para trinta a quarenta passageiros. Este avião foi o primeiro de sua categoria a ultrapassar a barreira dos 300 nós de velocidade. A fuselagem do EMB-120 foi utilizada posteriormente pela empresa no desenvolvimento do moderno jato EMB-145 (ou ERJ-145).

#### 5.2.4 Projeto do AMX (1989)

Foi um dos projetos que ofereceu mais desafios à empresa. A Embraer celebrou um acordo com a Aeromacchi e a Aeritalia em 1980 para produzir este jato subsônico de

combate, ficando responsável pelo projeto e fabricação das asas, suportes dos armamentos e tanques externos.

#### 5.2.5 Projeto do avião turboélice Vector (iniciado em 1989, mas nunca produzido)

Foi um marco importante da evolução no uso de novas tecnologias pela Embraer. Este foi o primeiro avião da empresa a ser inteiramente desenhado por computadores, utilizando as ferramentas CAD (*computer aided design*) e CAM (*computer aided manufacturing*).

#### 5.2.6 O processo de DPP atual

A Embraer continua demonstrando aprendizado em seus projetos de desenvolvimento. O projeto do ERJ-145 marcou o início da utilização da técnica de *mock-up* eletrônico (modelagem por computador) pela empresa. Do projeto ERJ-145 para o EMB-170, a participação de parceiros ampliou-se drasticamente, apesar de que os dois projetos tiveram contextos externos bem diferentes: ERJ-145 foi desenvolvido quando a empresa era estatal e o EMB-170 foi lançado após a privatização. Depois da privatização, a empresa profissionalizou-se, e definiu um plano estratégico radicalmente diferente do anterior. Em menos de 10 anos, a empresa saiu de uma crise aguda para ocupar uma posição de vanguarda em termos de desenvolvimento de produto e processo, numa indústria altamente competitiva em nível mundial.

Atualmente, a Embraer conta com uma estrutura de desenvolvimento de produtos extremamente modernizada. Em 1998, com o início do desenvolvimento da nova família de jatos regionais EMB-170/190, a empresa buscou atuar no mercado de transporte aéreo regional para aviões com capacidade entre 70 e 110 lugares. No desenvolvimento destes novos aviões, a empresa se impôs metas ousadas de prazo, qualidade e desempenho, tendo em vista a necessidade de enfrentar um mercado altamente competitivo, visando a exportação. O desenvolvimento do EMB-170, com duração de aproximadamente 38 meses, consumindo em torno de US\$ 800 milhões (estimativa) e seu pré-lançamento ocorreu sete anos após o último avião lançado pela empresa, o ERJ 145, o qual, apesar de menor, tomou 48 meses de projeto. Para alcançar

estas metas, o programa EMB-170/190 incorporou as mais modernas técnicas de gestão de desenvolvimento de aviões comerciais.

O projeto do EMB 170, principal projeto da empresa no momento, está sendo desenvolvido em cinco fases: estudos preliminares, definição conjunta, detalhamento e certificação, produção em série e *phase-out*. O programa trouxe grandes novidades de gestão, a partir de 13 visitas que a empresa fez a grandes fabricantes e fornecedores internacionais de aviões buscando fazer *benchmark* do seu processo de desenvolvimento. Entre as novidades destacam-se o desenvolvimento integrado de produtos, a fase de definição conjunta com os parceiros de desenvolvimento, realidade virtual, *mock up* eletrônico (modelagem), sistema de revisões de projeto, etc.

A gestão de atual de DPP na Embraer é baseada numa metodologia que a empresa chama de desenvolvimento integrado de produto, ou DIP. Os conceitos e algumas ferramentas contidos no DIP foram utilizadas ainda no desenvolvimento do ERJ-145, e em especial no projeto EMB-170/190 (Camargo Jr. *et alli*, 2001).

Os principais objetivos desta metodologia são redução de custos, melhoria de qualidade, diminuição do tempo gasto nos projetos, diminuição de impactos no meio ambiente e otimização da logística. DIP é a estratégia de gerenciamento de um programa de desenvolvimento que utiliza times multidisciplinares que não só executam simultaneamente todos os processos necessários para o DPP, mas o faz de forma integrada. DIP é mais do que Engenharia Simultânea. A engenharia simultânea traz as pessoas juntas, mas não garante a integração dos processos. O DIP é centrado em quatro pilares: organização, processo, pessoas e ferramentas. Toda equipe de DPP da EMBRAER recebe treinamentos sobre os conceitos e ferramentas de DIP, e manuais são elaborados para disseminar o DIP entre todos funcionários da empresa. O Programa EMB-170 é o primeiro projeto de desenvolvimento da empresa a praticá-lo integralmente.

Na realização do projeto do EMB-170/190, a Embraer contou com a participação ativa de seus parceiros e fornecedores, no que se chamou de Joint Definition Phase (JDP). Esta é a etapa do projeto na qual são detalhadas as exigências de desempenho de cada um dos sistemas do avião, assim como as exigências de integração funcional e física da aeronave. O termo “joint” significa que a definição das exigências de desempenho seja realizada em conjunto entre os parceiros do projeto. Para a realização da JDP, a EMBRAER adotou a prática de co-localização das equipes, num

prédio dentro das instalações da empresa. O objetivo é maximizar as interações entre as equipes dos parceiros do programa.

Para organizar o trabalho de elaboração de especificações e esboço de projetos nesta etapa, os participantes do DIP são divididos em dois tipos de grupos de projeto: *Integrated Program Teams* (IPT) e *Design Build Teams* (DBT) (Camargo Jr. *et alli*, 2001) O primeiro tipo cuida da visão funcional, ou seja, seu papel é garantir um bom projeto dos subsistemas do avião. Os DBTs têm a função de garantir que se consiga montar fisicamente o avião, isto é, que os subsistemas funcionais espalhados por toda a aeronave caibam e funcionem da forma esperada quando reunidos no avião. Cada DBT é responsável por uma parte do avião (nariz, cauda etc.). Nesta etapa, os engenheiros precisam visualizar o avião que resulta das decisões preliminares de projeto. Decorre daí a importância de maquetes, protótipos funcionais e modelos de criados com a utilização de projeto auxiliado por computador (CAD).

A JDP termina com a *Preliminary Design Review* (PDR) que tem o objetivo de revisar o projeto como um conjunto, englobando não somente o produto, mas também aspectos como processo produtivo e a operação da aeronave. Toda a alta hierarquia da EMBRAER e os parceiros participariam da PDR. Cada sistema ou subsistema tem um parceiro responsável. Após a JDP, existem mais duas fases de teste e revisão, que culminam na homologação do avião e na fabricação de pré-séries.

A seguir é feita uma descrição mais detalhada das duas últimas plataformas desenvolvidas pela Embraer, as plataformas dos aviões ERJ-145 e EMB-170. Estas duas famílias foram o alvo desta pesquisa, pois foram desenvolvidas no período pesquisado, entre 1989 e 2002.

### **O Programa ERJ-145**

Esta aeronave foi homologada em 1996, e no início de 1997, após uma disputa dramática com a Bombardier, a Embraer assinou o maior contrato de fornecimento de sua história até aquele momento, de 67 jatos ERJ-145 para uma subsidiária da American Airlines. Até julho de 1997, as encomendas e opções de compra deste modelo já somavam US 5 bilhões, para um total de 326 aeronaves destinadas a seis países. Nos últimos anos, o programa ERJ-145 teve seu êxito impulsionado pelo contrato para o fornecimento de duzentas aeronaves para a empresa Continental Express, permitindo a recuperação econômica da empresa e sua consagração no mercado internacional de

transporte aéreo regional. Atualmente o ERJ-145 e seus derivados, os modelos 135 e 140, voam em vários países levando consigo a marca Embraer, talvez uma das poucas marcas brasileiras no setor de alta tecnologia a desfrutar de prestígio no cenário econômico internacional.

O ERJ-145 foi originalmente designado EMB-145, anunciado em 1989 como uma versão a jato do turbopropélice Brasília, com fuselagem alongada para quarenta passageiros. Neste período surgiram demandas de diversas empresas clientes da Embraer para que esta desenvolvesse uma aeronave de desempenho superior, e assim, em 1989 o primeiro modelo foi apresentado num Salão Aeronáutico na França. O avião apresentava capacidade de transporte de cinquenta passageiros e não mais quarenta. Na fase de pesquisa e desenvolvimento, houve a preocupação com o critério de compartilhamento, ou seja, foi tentado empregar ao máximo componentes utilizados pelo Brasília, com o objetivo de reduzir custos. Este aspecto também foi importante para o desenvolvimento dos outros dois modelos da família, o ERJ-135 e o ERJ-140. O uso da tecnologia e conhecimento acumulados permitiu a simplificação das atividades de desenvolvimento e uma redução de custos da ordem de 40%.

No projeto foram aplicados os princípios de engenharia simultânea com ligação em tempo real por CAD/CAM, visando eliminar a necessidade de modificações no projeto oriundas de problemas de manutenção e produção. A utilização do *design* computadorizado possibilitou projetar peças e verificar, no mesmo instante, se as mesmas se encaixavam corretamente no local onde deveriam ser instaladas, além de determinar se sua posição interferia no funcionamento de outros componentes. Isso eliminou uma das etapas do projeto, a fase de elaboração do protótipo de madeira em tamanho natural. Utilizou-se também um simulador de vôo que continha todas as características aerodinâmicas do avião, possibilitando aos pilotos “voarem” no modelo antes mesmo de ele existir, corrigindo imperfeições de vôo que porventura existiam no projeto.

A estimativa inicial de investimento era de US\$ 300 milhões, e houve a participação direta de quatro empresas em regime de parceria de risco: Gamesa (Espanha), ENAer (Chile), Sonaca (Bélgica) e C&D Interiors (EUA). Do total de investimentos, cerca de 60% foram arcados pela Embraer. A Gamesa ficou responsável pela produção das asas, partes do motor, carenagens da junção asa/fuselagem e as portas do trem de pouso principal. A Sonaca fabricou as portas de bagagem, serviço e principal,

além de uma seção dianteira e outra traseira da fuselagem. A ENAer produziu o conjunto de empenagem horizontal/profundor e a empenagem vertical, e o interior da cabine e compartimentos de bagagem foi desenvolvido e fabricado pela C&D. Além dos parceiros de risco, o programa contou ainda com um time de 68 fornecedores de componentes, que trabalharam em conjunto com a Embraer. O investimento da Embraer no projeto foi de cerca de U\$ 400 milhões, dos quais 300 foram investidos no desenvolvimento inicial, do modelo 145, e os 100 milhões restantes no desenvolvimento dos derivados ERJ-135 e ERJ-140.

As novas metodologias de trabalho implicaram uma melhor produtividade. O tempo de fabricação de um ERJ-145, em 2000, era de 50.000 homens/hora, ou cerca de dez meses (Bernardes, 2000). Esse índice é entre 15% a 20% menor que o dos projetos anteriores da Embraer. O ERJ-145 teve um preço final de U\$ 14,8 milhões por unidade, 20% mais barato que seu concorrente direto, o Canadair Regional Jet da canadense Bombardier.

Devido ao sucesso do ERJ-145, a Embraer anunciou, no final de 1997, o desenvolvimento de um novo jato regional para 37 passageiros, o ERJ-135, um derivado da plataforma do 145, que já está sendo produzido no conceito de família. Este modelo é um pouco menor e de custo reduzido, com alto grau de compartilhamento (ou *commonality*, de mais de 90%) em relação ao modelo que o originou. O programa teve sua primeira entrega no segundo semestre de 1999. A empresa também desenvolveu o ERJ-140, novo jato regional para 44 passageiros.

### **O programa EMB-170**

O próximo passo da Embraer foi uma decisão arriscada, a de participar de uma faixa de mercado em que atuam a Boeing e a Airbus, os aviões para cerca de cem passageiros. A família dos jatos EMB-170 e EMB-190, de setenta e noventa lugares, projetou cerca de U\$ 800 milhões de investimento total, e teve grande participação de parceiros de risco (dezesseis no total), incluindo empresas como a General Electric, que fornece as turbinas, a Honeywell que fornece os sistemas aviônicos, a Gamesa, que fornece empenagens e a fuselagem traseira, e a Hamilton Sundstrand, responsável pelo cone de cauda, entre várias outras parcerias (conforme demonstrado na figura abaixo). O número de fornecedores foi drasticamente reduzido em comparação com o ERJ-145, passando de quatrocentos para quarenta.

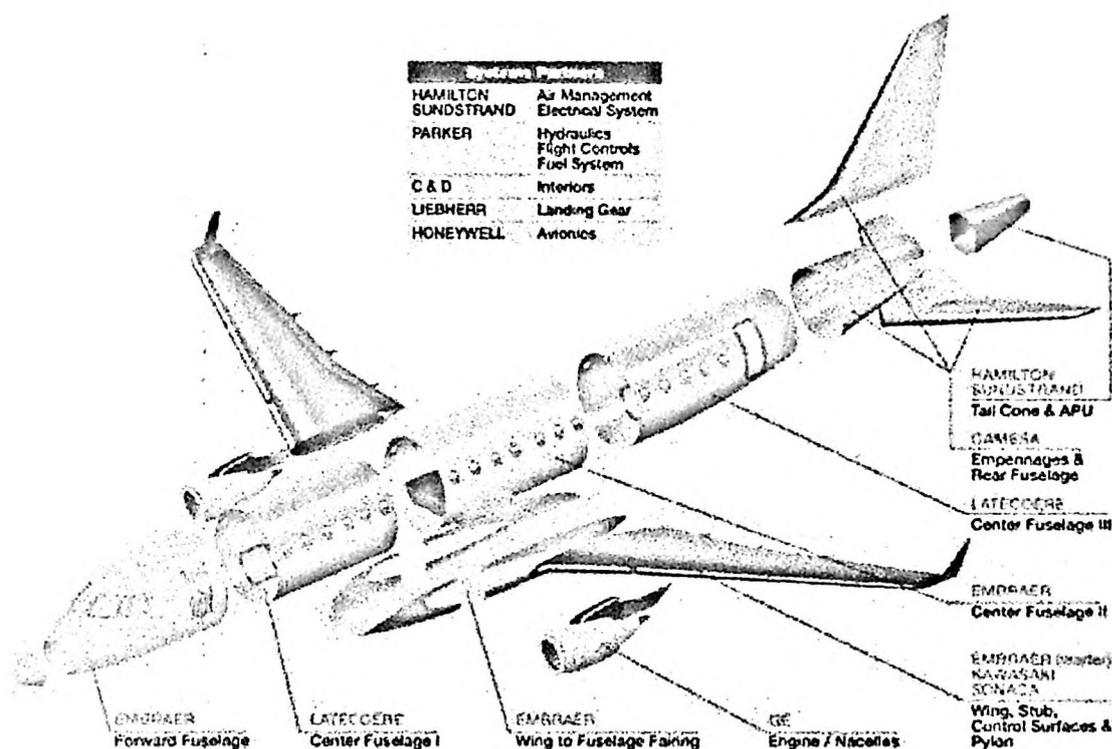


Figura 3: Parcerias de risco do projeto EMB-170/190 da Embraer

Fonte: Embraer

A idéia de um avião de setenta lugares nasceu de um conjunto de informações levantadas pela Inteligência de *Marketing* (que incluiu pesquisas de mercado) e analisadas pelo grupo do Anteprojeto. O pessoal de *marketing* captou tendências de mercado que apontavam para uma crescente demanda no segmento de cinquenta a setenta lugares, ainda em 1997, mediante *market-surveys (bottom-up)* e análises *top-down*, além da intenção da concorrente Bombardier em "prolongar" o projeto do CRJ-100 (aeronave de cinquenta lugares de 1992) lançando, assim, o CRJ-700 para setenta lugares em fins de 2001.

Atualmente, A família 170 ainda não foi totalmente desenvolvida, o 170 deve ser certificado em fevereiro de 2003, e o 175 no segundo semestre de 2003. Já foram encomendadas cinquenta unidades do EMB-170. Estão em desenvolvimento também os outros dois derivados desta plataforma, os jatos 190 e 195.

No desenvolvimento desta família, a Embraer criou grupos multifuncionais de engenheiros e analistas de cadeia de suprimentos, que ficaram alocados num prédio

exclusivo para o desenvolvimento do programa 170/190. Cada grupo gerencia um parceiro específico ou grupo de fornecedores, e é responsável por realizar ordens de pedidos e acompanhamentos, e agendas para assegurar a chegada das partes, componentes e sistemas na data correta. No início de 2003, a fase de *ramp-up* (início da produção) foi alcançada e a produção se iniciou com uma aeronave por mês. A empresa prevê que até dezembro de 2003 poderá entregar quatro aeronaves por mês.

### 5.3 Dados colhidos e resultados

As tabelas a seguir mostram os resultados da coleta de dados na Embraer. O período de coleta de dados, de 1989 a 2002, assegurou que um número razoável de ciclos de desenvolvimento fosse realizado pela empresa. Como a duração de um projeto de nova plataforma na Embraer é em média de três a quatro anos, no período de quatorze anos entre 1989 e 2002 foi teoricamente possível para a empresa realizar até cinco ciclos completos de desenvolvimento, mesmo que se dedicasse exclusivamente a cada projeto. Os números se referem à empresa controladora, e não aos demonstrativos consolidados, que incluem receitas e custos de subsidiárias cuja principal função é de representação comercial.

Nenhum projeto de nova plataforma foi iniciado sem ser concluído no período pesquisado. A plataforma EMB-170, apesar de não estar tecnicamente finalizada, já estava nos estágios finais de desenvolvimento e foi considerada como lançada. Não houve projetos de novas plataformas iniciados antes do período pesquisado e concluídos neste período e não foram feitos investimentos em projetos de derivados de plataformas já existentes antes do início do período pesquisado. Estas condições, discutidas no capítulo de metodologia (na seção de coleta de dados), asseguram uma estimativa correta do custo médio dos projetos de plataformas, e explicam por que o projeto da aeronave Vector, que foi abandonado, foi considerado no valor total dos investimentos.

**Tabela 12****Investimentos e receita da Embraer:**

Investimentos (U\$ milhões)	PD&E	Imobilizado técnico	Informática	TOTAL	Receita bruta
1989	107	**	**	107	700
1990	128	21	0,9	149,9	582
1991	48	6	0,5	54,5	402
1992	24	1	0,2	25,2	333
1993	35	20	1,1	56,1	261
1994	55	1	1	57	177
1995	53	3	2	58	295
1996	75	5	4	84	380
1997	72	0	5,7	77,7	833
1998	146	0	14	160	1581
1999	*	*	*	147	1861
2000	*	*	*	213	2859
2001	*	*	*	296	2971
2002	*	*	*	331	2674

Fonte: Embraer \*:foram obtidos apenas valores totalizados \*\*Valores não obtidos

**Tabela 13****Resumo dos resultados na Embraer, com correção monetária:**

Período	Anos	Faturamento - parcerias risco (U\$ milhões)	Investimentos em projetos (U\$ milhões)	Número de Plataformas
1989-2002	14	16819,48	2047,02	2

Os dados de faturamento foram obtidos nos relatórios fornecidos pela Embraer e no Site da empresa na Internet, em dólares. No período de 14 anos, a Embraer investiu em três linhas de produtos, as famílias dos modelos Vector (EMB-123), ERJ-145 e EMB-170, mas este último projeto citado não chegou à fase final. Do valor total do faturamento já corrigido monetariamente, foi subtraído o valor investido pelos parceiros de risco no desenvolvimento das novas plataformas (U\$ 650 milhões), na tabela 13. Isto foi feito no intuito de corrigir de forma aproximada as distorções no custo total dos projetos. Como os parceiros de risco assumem o custo de desenvolver uma série de

partes ou componentes do projeto, o investimento apurado pela Embraer é menor do que o investimento real necessário para se desenvolver uma plataforma como um todo. Em geral, nos contratos de parceria de risco a receita futura de vendas já fica parcialmente comprometida com os fornecedores, que têm uma participação determinada dessas vendas. Desta maneira, faz sentido que seja contabilizada nesta pesquisa apenas a parcela da receita que corresponde ao que foi efetivamente desenvolvido pela Embraer nestes projetos. A família 170 recebeu investimentos maiores dos 17 parceiros de risco envolvidos no desenvolvimento. Em torno de 50% dos 550 milhões de dólares investidos por parceiros foi investido por estes já nas fases iniciais do projeto, no pré-desenvolvimento. No projeto desta linha, a Embraer buscou parceiros logo após a fase de *go-ahead* ou pré-aprovação, realizando concorrências internacionais para definir parceiros. Já no caso da linha 145, o projeto já estava razoavelmente adiantado quando surgiram as primeiras parcerias de risco. Esta família teve quatro parceiros de risco que investiram um valor total de aproximadamente U\$ 100 milhões. Em ambas as situações, há risco para os parceiros, que só recebem pagamentos a partir do momento em que a receita de venda dos aviões é realizada. Nos contratos de parceria, são estabelecidas multas para ambos os lados, caso alguma cláusula seja quebrada. As empresas parceiras realizam gastos com pesquisa e desenvolvimento, sempre sob a supervisão da Embraer, que é responsável pelo projeto como um todo.

Os valores investidos por parceiros de risco não foram, portanto, considerados no total de investimentos, pois estes investimentos representam um vínculo direto dos fornecedores com a receita futura das vendas dos aviões. Como a premissa do modelo teórico utilizado estabelece que os investimentos devem ter origem na receita das empresas, o projeto deve incluir apenas os investimentos feitos diretamente pela Embraer.

Os dados de investimento, em dólares, foram obtidos diretamente na empresa, em duas entrevistas com o funcionário responsável pela área de *academic liaisons* (contatos entre empresa e universidade), e na consulta aos relatórios de uso deste funcionário e ao livro de Bernardes (2000). Foi feita também uma visita às linhas de montagem da empresa.

Foi aplicada uma correção monetária de todos os valores em dólar, pelas taxas de inflação americanas no período (*CPI-consumer Price Index*), e os valores finais estão apresentados na tabela 13.

O valor total em investimentos inclui as despesas com Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia não rotineira, informática (equipamentos e *softwares*) e imobilizado técnico (infra-estrutura para a produção, ativos fixos). Os custos de prototipagem estão incluídos no valor declarado de PD&E. Nas entrevistas, foi indicado que a parcela de pesquisa é muito baixa em comparação com a de desenvolvimento e engenharia, cerca de 5%. O valor dos investimentos é composto dos custos de cada projeto de plataforma, somados aos investimentos em produtividade, que não se concentram especificamente nos projetos individuais de plataformas e, sim, na melhoria da capacidade e eficiência do processo de DPP da empresa como um todo. Uma estimativa da composição destes custos pode ser vista na figura 4.

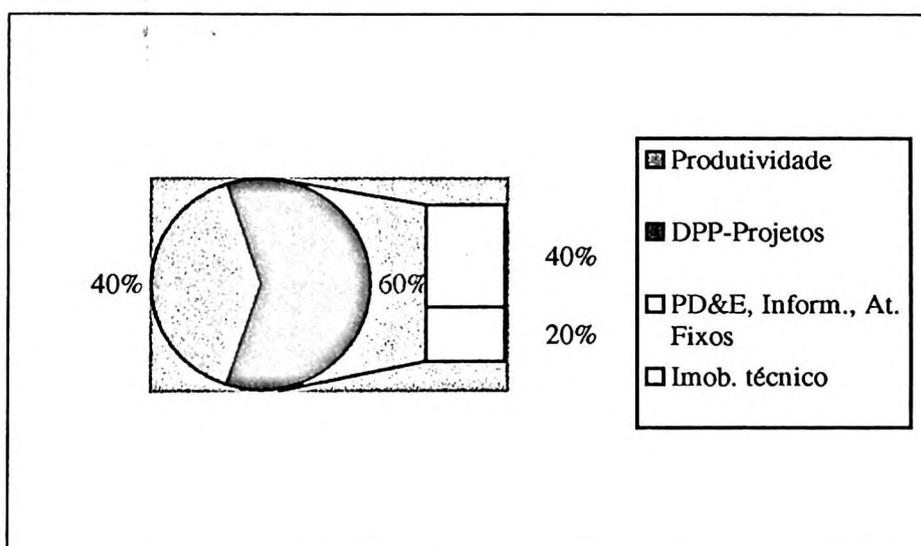


Figura 4: Composição dos investimentos em DPP da Embraer

Os valores investidos em aquisição de tecnologia são desprezíveis, pois a Embraer geralmente desenvolve suas próprias tecnologias ou as obtém por meio de parcerias, e não investe em ativos intangíveis destinados à capacitação tecnológica, como patentes e licenças. O custo de aquisição de *softwares* está alocado nos investimentos em informática, junto com o custo deste tipo de equipamentos. As despesas com *marketing* de projeto também não são relevantes, e é importante salientar que a empresa recebe encomendas de seus produtos antes mesmo de ter um projeto finalizado. Estes valores não foram disponibilizados para este trabalho.

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISE DA CALOI

Este capítulo inclui o perfil e uma breve descrição do processo de DPP na Caloi, centrada nos aspectos mais pertinentes à pesquisa. Em seguida, são apresentados os dados colhidos e os resultados.

#### 6.1 Perfil da Caloi

A Caloi é uma empresa brasileira com longa tradição na fabricação de bicicletas e aparelhos de ginástica. A empresa detém cerca de 23% do mercado brasileiro de bicicletas, vendendo em torno de 1 milhão de unidades por ano, de um total de 4,3 milhões que todas as empresas vendem juntas.

Recentemente, a Caloi foi obrigada a iniciar um processo de diversificação para criar novas alternativas no mercado. Em 1999, quando a fabricante viu suas vendas despencarem, num período difícil que provocou até a saída da família Caloi da empresa. Atualmente, com a linha terceirizada de *fitness* (aparelhos de ginástica), a Caloi busca aumentar o universo de consumidores, atingindo de maneira mais intensa o público adulto.

A Caloi tem o objetivo de ampliar suas exportações para um quinto da produção até 2006. No ano de 2002, o total comercializado no mercado externo não ultrapassou 3% do volume produzido. Hoje, os principais países importadores da Caloi são Uruguai, Paraguai e Colômbia. A empresa está negociando contratos de exportação com Itália, França e Espanha, e exporta bicicletas para os Estados Unidos, por meio de sua filial Caloi USA. Para a Inglaterra, a empresa também envia quadros de bicicletas.

##### 6.1.1 Histórico

A Caloi teve origem com a constituição em 1898, da Casa Luiz Caloi no centro de São Paulo. O ramo de atuação consistia de conserto, reforma e aluguel de bicicletas.

Em 1936 a Casa Luiz Caloi passou a representar, no Brasil, as bicicletas francesas Peugeot e as inglesas Steel Hourse, além das Bianchi italianas. Com início da Segunda Guerra Mundial, a empresa passou a encontrar dificuldades na importação de

componentes e bicicletas, e foi necessário produzir as próprias peças para a montagem de bicicletas. Em 1945 a empresa foi transferida para um galpão no Brooklin Paulista, e em 1946 ampliou suas instalações comprando outro galpão na Av. Santo Amaro.

O ano de 1948 representou o marco inicial da fabricação de bicicletas no Brasil. A Caloi passou a fabricar suas peças e acessórios e, em 10 de abril de 1948 foi constituída a Indústria e Comércio de Bicicletas Caloi S.A. Em 1967, a empresa revolucionou o mercado de bicicletas com o lançamento de dois modelos em uso na Europa - Berlineta e Dobrável. Eram modelos *unissex*, coloridos, visando o mercado jovem. Em 1972 em outro exemplo de pioneirismo, lançou a Caloi 10, a primeira bicicleta de dez marchas do Brasil. A expansão da empresa continuou e, em 1974, foi adquirido o imóvel na atual Av. Gúido Caloi, com 107.000 m<sup>2</sup> de área total e hoje com 45.000 m<sup>2</sup> de área construída.

Em 1975, foi constituída a subsidiária Caloi Norte S.A, com sede em Manaus que neste mesmo ano iniciou a fabricação do ciclomotor Mobylette, outro lançamento importante da empresa. Mantendo a política de diversificação da linha de produtos, a empresa colocou no mercado em 1976, o aparelho de ginástica Caloicycle, como uma nova opção para exercícios físicos. No ano seguinte, houve mais um lançamento que marcou a história da Caloi: o modelo Barra Forte, desenvolvido após inúmeras pesquisas junto aos consumidores. Destinado ao transporte e com *design* exclusivo, caracterizado pela resistência da barra, este modelo iniciou a conquista do mercado de transporte, onde a empresa não tinha, até então, uma participação relevante. Em 1988, a Caloi lançou a linha de bicicletas Mountain Bike, grande sucesso de vendas, e lançou em 1990 a linha Mountain Bike em alumínio, com os modelos Aluminum.

No final da década de noventa, a Caloi, objetivando fabricar mais de um milhão de bicicletas por ano, implantou o sistema "just-in-time" por meio de programas participativos. Em 1988, seu estoque médio era de 12 dias de produção; em 1990, caiu para três dias; e, em 1992, a meio dia (Contador, 1996).

Em 1997, visando acelerar o processo de reestruturação, foi celebrado um contrato de gestão entre a Caloi e a consultoria MGDK & Associados, sendo um passo definitivo na profissionalização da empresa, no seu redirecionamento estratégico e no equacionamento de problemas financeiros. Com prejuízo de R\$ 9,5 milhões em 1996 e dívidas de R\$ 131 milhões, a Caloi precisava de uma ação imediata para escapar da crise. No período entre 1997 e 1999, a empresa passou a ser administrada pela MGDK, que

também ocupou três cadeiras no conselho de administração. O fundador Bruno Caloi manteve a presidência, mas a MGDK assumiu a vice-presidência. Logo de início, os novos administradores se preocuparam em renegociar contratos com fornecedores e instituições financeiras, que geravam dívidas de curto prazo muito altas. Em seguida, foi feita uma revisão do leque de atividades e produtos da companhia, bem como um estudo sobre sua estrutura industrial.

O novo foco estratégico definido desde então, visou concentrar as atividades da empresa na fabricação e distribuição de bicicletas e aparelhos de ginástica, e eliminar perda de rentabilidade em áreas não associadas, tendo como consequência a desativação da distribuição de motores de popa e óleos lubrificantes sintéticos.

Em 1999, o processo de reestruturação culminou no acordo de transferência de controle acionário da Caloi Norte S.A., celebrado com a EVM Empreendimentos Ltda. A partir desta data, todos os produtos com a marca Caloi passaram a ser distribuídos e comercializados pela Caloi Norte S.A. A Caloi, pressionada pelas importações e com um alto passivo, foi desta forma comprada pelos consultores que haviam sido contratados para equacionar a situação da empresa. Hoje está revitalizada, inclusive terceirizando parte de sua produção.

Atualmente, a venda de esteiras, bicicletas ergométricas e outros equipamentos de ginástica rende à Caloi cerca de R\$ 40 milhões, ou 25% da receita total (valor referente a 2002). Em 2001, o faturamento neste segmento foi de R\$ 45 milhões, um montante 65% maior que o do ano 2000, e que correspondeu a 30% da receita total. (fonte: *site* da Caloi). A empresa decidiu concentrar-se neste setor, que movimenta R\$ 450 milhões e cresce a taxas de 4% ao ano. A Caloi estreou neste nicho discretamente, em 2000, fabricando, por contrato de terceirização, bicicletas ergométricas, esteiras mecânicas e eletrônicas, *stepper*, remo e aparelhos para abdominal. Um dos últimos lançamentos foi o do *rollover*, um equipamento que trabalha com o equilíbrio e a coordenação motora.

Em 2002, a Caloi lançou sua linha de acessórios esportivos, que é totalmente terceirizada. Esta linha de produtos ainda tem uma participação muito pequena no faturamento total (3%, ou 4,5 milhões de reais), mas é interessante para a empresa no aspecto estratégico. O objetivo da empresa é o de fornecer todos os produtos “básicos” utilizados por ciclistas com a marca Caloi, oferecendo uma linha completa aos seus revendedores e clientes, como luvas, capacetes, e roupas esportivas.

### 6.1.2 O mercado e os concorrentes

O setor de mercado ocupado pela Caloi é composto pelos segmentos de bicicletas, motocicletas, motonetas e ciclomotores (um tipo de motocicleta que tem motor de 50 cilindradas e desenvolve a velocidade máxima de 50 km/h).

No mercado de bicicletas, até 1990, Caloi e Monark detinham mais de 90% do mercado. Seus outros concorrentes, cerca de oito de pequenos fabricantes, detinham um total de, no máximo, 5% do mercado. Entretanto, com a abertura comercial do país a partir de 1991, as importações cresceram rapidamente e surgiram cerca de quarenta pequenos fabricantes “piratas” que trabalhavam com peças importadas. A Caloi e a Monark foram perdendo gradualmente sua participação no mercado, com o aumento das importações de bicicletas montadas e desmontadas.

O setor apresentou, depois de uma estagnação de mais de dez anos, um crescimento sensível em 1992 e houve de uma verdadeira explosão de vendas em 1993, com um crescimento de produção, para os dois maiores fabricantes, de 63%, que chegou a 84% se forem consideradas as importações e os pequenos fabricantes. Além de permitir a colocação no mercado de produtos bem mais sofisticados, como as *mountain bikes* (com preços de até US\$ 550, contra uma média de US\$ 100 para os produtos do setor), isto contribuiu para prestigiar o uso das bicicletas em geral, impulsionando até mesmo as vendas dos modelos mais simples (Montoya, 2000).

De 1990 a 1995, a participação das duas líderes do mercado caiu de cerca de 95% para pouco mais de 50% das vendas totais. Tradicionalmente, a Monark concentrava-se principalmente na produção de modelos simples e robustos, para transporte popular com maior penetração nas cidades pequenas e médias (cerca de 75% desse mercado), e a Caloi em produtos mais caros e esportivos, com maior penetração nas grandes cidades e em produtos voltados para o mercado infanto-juvenil (também com participação estimada em 75%). Embora suas vendas fossem quase equivalentes em unidades, em termos de valor, a Caloi representava 60% e a Monark apenas 40% do faturamento somado das duas líderes.

A Sundown tornou-se a maior concorrente das duas líderes tradicionais. Surgiu em Curitiba como importadora de peças de Taiwan e, até o início de 1997, estabeleceu-se

em mais de três mil pontos de vendas. Seu sucesso deveu-se principalmente ao prazo de faturamento de seus produtos, pois entrega suas bicicletas às lojas em consignação, ou seja, com pagamento somente após a venda e com prazo de 120 dias. Além disso, o tradicional equilíbrio entre Caloi e Monark foi modificado em benefício desta última. A partir de 1996, a Monark passou a faturar mais que a Caloi, apesar do preço mais baixo de suas bicicletas e de, ao contrário da Caloi, não fabricar equipamentos para ginástica. Isto sugere que, em números físicos, a Monark deve ter vendido consideravelmente mais que a concorrente. (Montoya, 2000)

Em 1998, houve uma fusão entre três produtoras de bicicleta do Brasil (Sundown, Magna e CR), implicando uma queda de participação das duas grandes do mercado (Caloi e Monark) e dando origem à maior fabricante brasileira de bicicletas, a Sundown Magna CR associadas, numa operação que custou R\$ 31 milhões. A nova empresa ficou com 33% do mercado nacional de bicicletas, com uma produção total em torno de 1.550.000 unidades e faturamento anual entre 160 e 180 milhões de reais. Além de bicicletas, a empresa produz esteiras de ginásticas, bicicletas ergométricas e motonetas (concorrendo diretamente com a Caloi nesse filão). A base produtiva continua distribuída em regiões estratégicas do país. Em Manaus, são fabricadas bicicletas com marcha; em Curitiba, as bicicletas sem marcha e em São Paulo, estão instaladas além da fábrica de quadros de alumínio, a sede administrativa, o depósito, a central de atendimento a clientes e a assistência técnica (Montoya, 2000). Em 2002, a CBB passou a investir mais fortemente no setor de equipamentos para ginástica. Atualmente, a empresa fabrica apenas quatro modelos. Em 2003, passará a produzir outros 22 modelos.

As bicicletas de maior valor unitário (assim como as motocicletas) são montadas na Zona Franca de Manaus. Ali há total isenção de impostos na importação de componentes, desde que seja executado o processo produtivo básico, que deve envolver pelo menos a soldagem e a pintura do quadro e garfo. A capacidade instalada total da indústria nacional foi estimada pela Abraciclo em 7.5 milhões de unidades/ano (1997).

Nos últimos anos, as principais fabricantes de bicicleta deixaram de produzir a bicicleta inteira, passando a importar cerca de 70% de seus componentes. Tais fábricas ficaram quase que limitadas à montagem do veículo. Essa nova forma de produzir também as deixou mais vulneráveis a eventuais mudanças no câmbio. Nesse sentido, a única variável de incerteza é a evolução futura dos preços do petróleo. Elevações no

preço do combustível podem comprometer a política de juros e provocar alterações na política cambial.

Para as indústrias fabricantes de bicicletas, as perspectivas de crescimento são boas e de acordo com estimativas da LAFIS (Montoya, 2000), 4,5 milhões de novas bicicletas entraram no mercado ao longo do ano 2000. De acordo com a Abraciclo, com um mínimo de ajustes, a indústria nacional poderia fabricar 7 milhões de unidades por ano.

Os números do setor poderiam ser melhores se as cidades adotassem uma infraestrutura adequada ao ciclista, como as ciclovias, que, além de ser baratas, têm contribuição importante para diminuir a poluição dos grandes centros urbanos. Segundo a Abraciclo, o Brasil representa um mercado potencial de 10 a 12 milhões de bicicletas/ano e existem condições para taxas de crescimento anual da ordem de 15% para o setor. Entretanto, isto exigiria grandes investimentos em *marketing*, e ampla divulgação das vantagens do uso da bicicleta como meio de transporte, e os fabricantes brasileiros, pressionados pela concorrência internacional, não estão em condições de arcar com estes custos.

## 6.2 O processo de DPP na Caloi

A Caloi tem uma ampla linha de produtos (listada abaixo) que atende a três segmentos: 1-bicicletas, brinquedos *Standard* e bicicletas Pro; 2-*fitness* (aparelhos de ginástica); e 3-acessórios esportivos. Esta classificação é utilizada pela Caloi na apresentação de seus produtos nos catálogos e na mídia em geral, porém, para os fins deste estudo, uma classificação diferente foi criada, em função do *design* dos produtos, para separá-los em diferentes famílias ou plataformas.

### BICICLETAS:

- Caloi Pró: MTB full, MTB front, MTB rígida, road, BMX, passeio.
- Caloi *Standard* Lazer: *beach* e passeio
- *Mountain Bike Standard*: MTB *full*, MTB *front*, rígida
- Infante-Juvenil *Standard*: aro 12, 16, 20, 24
- Transporte *Standard*: masculino, feminino e carga

## FITNESS:

### Aeróbicos:

- elípticos (CL-HT03, CL1002)
- ergométricas (CL202, CL502, CL-MH03)
- esteira (Pro CL-5002, II CL-4002, CL-3502, CL3003, CL2503)
- remo (CL 802)
- *stepper* (CL 602)

### Equipamentos de ginástica

- Caloi Abdominal

## BRINQUEDOS (*Standard*):

- patinete Detonator
- triciclo (Caloizinho Eliana, Caloizinho Zigbim)

## ACESSÓRIOS ESPORTIVOS:

- Acessórios para *bike*
- vestuário
- equipamento de Segurança

Alguns termos utilizados na listagem acima referem-se a características técnicas das bicicletas, como MTB (Mountain Bike), Full (suspensão dianteira e traseira), *front* (suspensão dianteira), e rígida (sem sistema de suspensão).

A Caloi fabrica boa parte das peças de seus produtos, com exceção dos produtos das linhas de aparelhos de ginástica e acessórios para bicicleta, que são terceirizadas. Seguindo os critérios estabelecidos pelo modelo teórico utilizado, só foi incluída no estudo a receita referente à linha de bicicletas. As linha de *fitness* e acessórios esportivos, por não terem sido desenvolvidas e fabricadas pela empresa, não foram consideradas. A receita de vendas da linha de *fitness* é apurada à parte pela empresa (representou 30% da receita em 2001), e o desenvolvimento destes produtos foi realizado pela empresa contratada (Athletic), que tem um contrato de exclusividade de fornecimento com a

Caloi e possui uma linha de produção que atende quase exclusivamente à empresa. O papel da Caloi no desenvolvimento ficou restrito ao fornecimento de informações técnicas, à definição das especificações desejadas, e ao treinamento para o controle de qualidade. Já no caso da linha terceirizada de acessórios esportivos, o esforço da empresa se resumiu em selecionar os fornecedores adequados.

A linha de montagem de bicicletas *Standard* é fisicamente separada da linha de montagem de bicicletas Pro. A linha Pro (de bicicletas mais sofisticadas e com maior valor agregado, com maior mercado para exportação) demanda os melhores funcionários e é montada na unidade de Manaus. Na fabricação de bicicletas das linhas *Standard*, cerca de 60% das peças (em termos de custo) são fabricadas pela empresa, e 40% são importadas. Na linha Pró, apenas 20% das peças são de fabricação própria e 80% são importadas.

A Caloi realiza atualizações e análises de tempos e métodos de fabricação, carga de máquina e capacidade das instalações, que permitiram implantar nas fábricas um *layout* flexível, com formação de células de manufatura. Paralelamente, a empresa buscou atingir um bom nível de mecanização e automatização, visando obter vantagem em relação aos demais concorrentes. As principais atividades de fabricação em São Paulo, dos produtos do segmento *Standard*, estão listadas abaixo. As principais peças de fabricação própria, neste segmento, são: aro, raio, niple, quadro, guidão, garfo, pára-lama e corrente. Em geral, peças como câmbio, suporte de guidão, freios, cabos e conduítes são importadas.

O processo de DPP na Caloi obedece ao ciclo típico de uma empresa industrial de seu porte. O time de desenvolvimento tem uma estrutura bastante enxuta, dispondo de apenas de quatro engenheiros. O gerente de desenvolvimento de produtos se reporta diretamente ao presidente e ao vice-presidente, e não há um grupo de funcionários das outras áreas funcionais alocado permanentemente aos projetos. Em função da necessidade, funcionários de áreas como *Marketing* e Finanças interagem com o Desenvolvimento ocasionalmente, permanecendo sempre alocados fisicamente aos seus departamentos

Para cada projeto são definidos prazos e calendários, e datas de revisões e reuniões. O *follow-up* é feito pelo próprio gerente de Desenvolvimento. O departamento de *Marketing* realiza periodicamente análises, que são fornecidas ao Desenvolvimento. A cada três ou quatro meses, são analisadas faixas de preço, forças, fraquezas,

oportunidades e concorrentes de cada produto fabricado. As propostas para desenvolvimento de novos produtos, em geral, partem da área de *marketing*. São elaboradas então especificações preliminares, gerando um conceito e posterior detalhamento, até que possa ser iniciada a fase de prototipagem.

A cada ano, a empresa faz uma crítica de sua linha de produtos, procurando entender inicialmente os erros e acertos em relação ao consumidor. As tendências mundiais são analisadas junto com os outros fatores externos, e são estabelecidas prioridades para os novos produtos. Nesta análise, são considerados também a margem de lucro de cada produto, a previsão de custos e o volume de capital de giro necessário para cada produto. Uma vez estabelecidas estas considerações, o pessoal de Desenvolvimento apresenta suas sugestões de mudanças nas linhas. As alterações podem ser uma simples alteração de cor e grafismo ou mesmo uma alteração de componentes e desenho de quadros.

Na definição das características de suas bicicletas a Caloi teve de encarar um *trade-off* importante no dimensionamento dos quadros. Ao se considerar bicicletas feitas de um mesmo material, por exemplo, aquela que tiver um quadro mais resistente poderá ser submetida a várias condições de uso, tanto para uso urbano, passeio, esporte e até mesmo carga, porém terá um peso maior do que uma bicicleta dimensionada para utilizações específicas, que não demandem uma alta resistência mecânica. Um quadro mais leve é sempre desejável, pois implica conforto e menos esforço para o usuário, mas irá quebrar se for submetido a esforços acima dos previstos no seu dimensionamento. Nesta questão, a Caloi adotou uma postura conservadora. As suas bicicletas são reconhecidamente resistentes, porém, em muitos casos, são mais pesadas que modelos similares de outras marcas nacionais e importadas. O peso de uma bicicleta é um aspecto crítico quando a mesma é utilizada para esportes profissionais e competições. Neste segmento, a Caloi parece ter um desempenho inferior aos seus concorrentes nacionais e de outros países. No seu catálogo de bicicletas, 29 características técnicas e de estilo são listadas para cada modelo, mas nenhuma bicicleta tem o seu peso estipulado. Isso pode indicar que numa comparação com a concorrência, os modelos da Caloi seriam inferiores neste aspecto.

A empresa passou a utilizar ferramentas de CAD (*Computer Aided Design*) e testes de esforços mecânicos há vários anos, antes mesmo de 1998, ano de início do período em que foram coletados dados. Os protótipos de cada novo modelo são

elaborados a partir de desenhos da engenharia gerados por ferramentas de CAD. Os protótipos são apresentados à vice-presidência para pré-aprovação, e em função do julgamento feito (e das especificações definidas previamente) podem ser realizados novos ciclos de prototipagem. Em geral são feitos três protótipos diferentes para cada modelo de bicicleta simultaneamente, e apenas uma é aprovada. Depois de aprovado o protótipo, é iniciada a fase de produção.

Recentemente, a Caloi terceirizou o desenvolvimento de um de seus modelos de bicicletas *full suspension* (com suspensão dianteira e traseira), a Black Widow, contratando a empresa brasileira Akros Engenharia e Tecnologia. Esta empresa oferece serviços de desenvolvimento de produtos, mas não os comercializa. O objetivo era desenvolver uma bicicleta revolucionária, com desempenho superior ao das concorrentes na classe de bicicletas especiais, incluindo *design*, processos e fornecedores. O nicho de mercado de bicicletas de alta tecnologia, expandido nos anos 90 com o aumento das importações, demandava o desenvolvimento de uma bicicleta deste tipo. Como a Caloi não possuía a capacitação tecnológica (principalmente em termos de equipamento) para produzi-la, foi necessário terceirizar o processo de desenvolvimento. A Akros realizou uma série de atividades neste projeto (Nascimento, 2000):

- ensaios para determinação dos níveis de desempenho dos produtos existentes no mercado;
- desenvolvimento do *design*, incluindo ergonomia e estilo;
- análises de engenharia (simulações computacionais das configurações selecionadas);
- desenvolvimento preliminar de fornecedores, seleção de itens;
- projeto detalhado da solução escolhida;
- construção de protótipos físicos;
- testes funcionais de protótipos, realimentação de projeto e validação de solução;
- testes e qualificação final.

Terceirizar o desenvolvimento de produtos oferece vantagens: acesso a um *portfolio* mais amplo de tecnologias e a uma experiência de desenvolvimento de produtos para várias indústrias; evitar o crescimento da estrutura própria e o risco da transferência de tecnologia (Nascimento, 2000). O produto gerado nesta interação não

teve, porém, um bom desempenho de vendas devido ao alto custo do produto, segundo o gerente de Desenvolvimento.

### 6.3 Dados colhidos e resultados

Os dados numéricos foram colhidos diretamente com a presidência da empresa (via *e-mail* e conversa telefônica), e também em entrevistas com os gerentes das áreas de *marketing* e de desenvolvimento, realizadas em duas ocasiões. O presidente forneceu os valores das receitas por divisão (apenas bicicletas), e nas entrevistas foram coletados os valores dos investimentos e as informações sobre as linhas de produtos.

Não foi possível obter os valores investidos na plataforma do modelo Black Widow nem a sua receita de vendas específica. Como a plataforma da bicicleta Black Widow foi incluída na contagem das novas plataformas lançadas pela Caloi, ao não se considerar o investimento neste projeto no valor total dos investimentos em novos produtos gera-se um pequeno erro no cálculo da complexidade (custo médio para desenvolver uma plataforma), que terá um valor ligeiramente menor que o real.

Atualmente, cerca de 70% do esforço de desenvolvimento da empresa se concentra na linha Pró. Esta linha demandou um ano de investimentos para ser iniciada (ter seu primeiro modelo lançado), e cada nova plataforma da mesma é desenvolvido em cerca de cinco ou seis meses. Modificações incrementais na linha Pro como, por exemplo, diminuir o peso de um modelo existente de bicicleta, em geral exigem três meses para serem implementadas. Para os fins desta pesquisa, considerou-se que a duração média de um projeto de nova plataforma é de seis meses.

Os produtos da Caloi do segmento de bicicletas podem ser divididos em diversas plataformas, de acordo com os diferentes *designs* dos quadros de cada modelo. O desenho do quadro é uma etapa crucial no projeto das bicicletas, pois o resto das peças é escolhido em função das características do quadro e das prioridades do projeto. Algumas bicicletas priorizam a resistência mecânica, como o modelo Super Carga, e outras o desempenho nas pistas e a leveza, como a Black Widow (vide figuras 5 e 6). Em muitos casos, um mesmo desenho de quadro gera mais de um modelo de bicicleta, seja ele da linha Pro ou da linha *Standard*. Estes modelos podem ter o mesmo quadro fabricado num material diferente (alumínio, aço, etc) ou dispor de mais ou menos acessórios, ou peças com desempenho diferenciado (como câmbio, freio, etc.). O desenho de um

quadro não necessariamente implica que será utilizado apenas um tipo de material na sua fabricação. Alguns modelos têm o mesmo desenho mas oferecem versões fabricadas em aço e em alumínio, como por exemplo as bicicletas Aspen Pro 21v Suspension e Supra 21v Suspension.

O critério utilizado para a definição das famílias (ou plataformas) de bicicletas da Caloi foi, portanto, o desenho dos quadros, e uma família de bicicletas necessariamente terá o mesmo desenho de quadro em todos os seus modelos derivados. Esta metodologia é diferente da utilizada pela empresa, que divide suas linhas em Pro, Standard, Mountain Bike, Juvenil e Transporte. Conforme foi estabelecido no capítulo de fundamentos conceituais, uma plataforma se define pelo compartilhamento de esforços de desenvolvimento entre os produtos, fato que ocorre no desenvolvimento das bicicletas que possuem o mesmo tipo de quadro.



Figura 5: Diferentes *designs* das bicicletas Caloi: Modelos Super Carga, SK pro 27v e Supra 21v suspension.

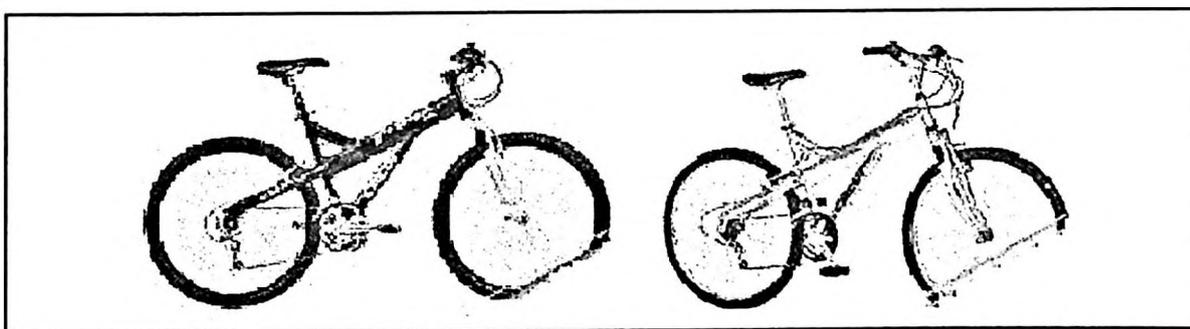


Figura 6: Dois modelos da mesma família, mas de linhas diferentes (Pro e Standard): T type pro21 suspension e Aluminum T Type Sport Suspension.

As plataformas ou famílias da Caloi estão listadas abaixo, com a data de lançamento do primeiro modelo de cada família. Foram lançadas 23 plataformas desde 1972. No período em que foram coletados os dados da pesquisa (de 1998 a 2002) a empresa lançou quatorze plataformas. Este intervalo de tempo assegurou que um número razoável de ciclos de desenvolvimento pudesse ser realizados pela empresa, conforme estabelecido no capítulo de metodologia. Como a duração média de um projeto de nova plataforma é de seis meses, neste período a empresa poderia ter realizado dez ciclos completos de desenvolvimento, mesmo que se dedicasse exclusivamente a cada projeto.

Tabela 12

## Plataformas lançadas pela Caloi:

Plataformas (e derivados)			Lançamento 1° modelo da plataforma
No.	Linha Pro	Linha Standard	
1	Black Widow 27V, SK pro 21v, SK Pro 27v	SK 21v	2002
2	T type pro 21 V	Aluminum T Type Sport 21v	2002
3		Caloizinho Zigbin	2001
4	Elite 27v, Elite 24v		2001
5	Aspen Pro 21v (com e sem suspensão), Aspen Snake 21v, Supra 21v.	Aluminum Supra 21v, Aluminum supra susp., Aspen Extra 21v e 18v (com e sem susp.),	2001
6		Zig cross 16, Superpoderosas 16	2001
7	Caloi Strada 16v		2001
8	Aspen Ventura Snake 21v	Aspen Ventura 21v	2000
9		Aluminum Sport Susp., Aluminum Sport	2000
10	Caloi Easy Rider 21v		2000
11		Expert, Aspen Max 6v, Aspen Max 21v	2000
12		Caloi Red Nose	2000
13	Caloi Flat		1999
14	Caloi 100 Sport 21v, Caloi 200 21v	Caloi 100 21v	1999
15		Super Carga	1988
16		primeira linha Mountain Bike e Aluminum*	1988
17		Caloi Cruiser *	1984
18		Caloi Poti	1982
19		Caloi Tandem *	1979
20		Caloi Ceci, Caloi Ceci 20	1978
21		Linha CaloiCross*	1978
22		Caloi Jovem*	1976
23		Barra Forte	1975

24		Ceci 12, Zig Cross 12, Superpoderosas 12	1975
25		Ceci 16	1975
26		Caloi 10*	1972

\*Linhas descontinuadas

Para assegurar a precisão do cálculo de custo médio de uma plataforma (variável C), foi apurado nas entrevistas que nenhum projeto de desenvolvimento foi abandonado ou ficou inacabado no período de 1998 a 2002, nem houve projetos que foram iniciados antes do período pesquisado e concluídos neste período. Também não ocorreram investimentos significantes em derivados de plataformas já existentes. A cada ano, alguns melhoramentos e pequenas mudanças de estilo (como o uso de novos adesivos ou logotipos) são efetuadas nos modelos, mas o custo deste tipo de projeto é muito baixo. A maioria dos investimentos em DPP da Caloi nos últimos anos se concentrou no desenvolvimento de novas famílias.

O faturamento bruto de vendas da empresa no período pesquisado está listado abaixo. Como já foi explicado, não foram incluídas neste valor as receitas da linha terceirizada de *fitness* nem da linha de acessórios. O valor do faturamento específico das linhas de bicicletas foi obtido diretamente com a presidência da Caloi.

**Tabela 15**

**Investimentos e receita da Caloi (segmento de bicicletas):**

Investimentos (U\$ milhões)	1998	1999	2000	2001	2002
PD&E (programas)	0,345	0,220	0,219	0,170	0,136
Ferramentais/dispositivos	0,345	0,220	0,219	0,170	0,136
Marketing	1,077	0,688	0,683	0,532	0,427
TOTAL	1,766	1,129	1,121	0,872	0,700
<b>Receita Bruta (U\$ milhões)</b>	116,27	57,28	50,69	42,52	39,41

Tabela 16

## Resumo dos resultados na Caloi, com correção monetária:

Período	Anos	Faturamento (U\$ milhões)	Investimentos em novas plataformas(U\$ milhões)	Número de Plataformas
1998-2002	5	325,743	5,925	14

Os investimentos da empresa em desenvolvimento, incluindo custos de *marketing*, pesquisa, desenvolvimento e engenharia, ferramental e equipamentos não se alteraram muito nos últimos anos. De acordo com o presidente da empresa, os investimentos em novos produtos na década de noventa foram semelhantes aos efetuados pela empresa a partir de 1999, quando a Caloi teve o controle acionário e administrativo modificados.

São investidos cerca de R\$ 400 mil por ano em ferramentas e dispositivos, mas que não foram criadas novas unidades fabris no período considerado. Os investimentos mais expressivos em desenvolvimento são na área de *marketing*, que tem um orçamento total de cerca de R\$ 2,5 milhões por ano. O orçamento da área de desenvolvimento é de cerca de R\$ 400 mil por ano (incluindo salários, viagens, gastos com engenharia não rotineira, pesquisa e desenvolvimento), dos quais 70% são relativos à linha Pro e 30% relativos à linha *Standard*. A área de desenvolvimento tem quatro funcionários apenas, dentre os quais pelo menos um é estagiário.

Os investimentos em *marketing* não são divididos por linha e têm, em geral, três focos distintos:

- novos produtos destinados ao mercado infantil (20% do investimento, aproximadamente);
- novos produtos destinados ao mercado adulto (20% aproximadamente);
- propaganda e ações de *marketing* institucionais: catálogos, equipe de vendas, convenções, participação em feiras, assessoria de imprensa, *site* na Internet, treinamento de revendedores, promoções (60% aproximadamente).

Como este estudo objetiva apurar apenas os gastos de *marketing* relacionados ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos, e algumas das atividades do *marketing* institucional também estão relacionadas a estes gastos, foi feita uma aproximação, e o gasto com *marketing* relativo aos novos produtos foi considerado

como 50% do gasto total, ou seja, 1,25 milhão de reais por ano. Estes 50% representam os investimentos em novas linhas (40%), acrescidos de 1/6 dos gastos de *marketing* institucional. Alguns dos investimentos de *marketing* institucional beneficiam diretamente os novos lançamentos, como, por exemplo, as promoções.

Os investimentos totais anuais foram, portanto, de R\$2,05 milhões, que, convertidos à taxa de dólar média de cada ano (fornecida pelo Banco Central), totalizam um investimento aproximado de U\$ 5,60 milhões. Estes valores, juntamente com o total das receitas convertidas em dólar, foram corrigidos pelas taxas de inflação da economia americana (*consumer price index*) até 2002, e apresentados na tabela 16.

## CAPÍTULO 7

### ANÁLISE DAS EMPRESAS BOEING, DIEBOLD E INTEL

As empresas Boeing, Diebold e Intel foram estudadas no artigo de Yu e Nascimento (2000), que deu origem a esta pesquisa. Os dados coletados por estes autores nos *sites* das empresas na Internet foram aperfeiçoados, pelo uso de correção monetária dos valores em dólar e regressões estatísticas mais adequadas (já que os dados coletados são referentes a um número limitado de anos, e foi necessário extrapolá-los para um período mais amplo). A seguir é feita uma breve descrição de cada empresa, e são apresentados os dados colhidos e os resultados.

A **BOEING** é hoje o maior e mais importante centro da indústria aeronáutica mundial. O grupo Boeing engloba a extinta McDonnell Douglas e a North American, incorporadas respectivamente em 1996 e 1997. A Boeing é referência mundial em aviação comercial. Com 235.000 funcionários distribuídos em noventa países, a Boeing é um dos maiores exemplos mundiais de tecnologia de ponta. Sua área de atuação vai desde aeronaves a satélites e estações espaciais. A empresa possui atualmente sete unidades de negócios ou divisões, que são as de aeronaves comerciais, sistemas de defesa integrada, corporação de capital, gerenciamento de tráfego aéreo, *Phantom*, *Connexion* e grupo de serviços compartilhados.

Com uma quota do mercado de jatos comerciais com mais de 100 lugares superior a 60% no final da década de noventa (fonte: boletim EU, 1997), a Boeing é atualmente o mais importante operador mundial neste mercado. A operação de incorporação da Mc Donnell Douglas aumentou ainda mais a quota de mercado da Boeing, só permitindo a subsistência de um único concorrente, a Airbus. Além disso, a operação possibilitou à Boeing aumentar substancialmente as suas atividades no domínio da defesa e no setor espacial. Apesar de dominar o mercado de aeronaves comerciais de médio e grande porte, a Boeing fabrica também aviões de pequeno porte, caças, e até foguetes. A marca, porém, é mais conhecida pelos seus aviões de linha aérea, de médio/grande porte, variando entre dois, três e até quatro turbinas. A linha de produtos inclui as famílias 727, 737, 757, 767, 777, 717, e os aviões de maior porte, como o 747 (quadrimotor Jumbo), o DC-10 e o MD-11 (ambos equipados com três reatores), e o veterano 707. No mercado de transporte de cargas, A Boeing é responsável por 95% da capacidade de carga aérea civil do mundo, e o 747 é o símbolo dessa liderança. Um entre

cada seis jatos 747 voa como cargueiro, enquanto a frota mundial deste avião, representa 50% da capacidade “cargueira” mundial disponível no mercado civil (fonte: Aerobusiness, 2002).

A **DIEBOLD** é líder mundial no fornecimento de caixas automáticos, para operações bancárias. Fundada em 1859, a companhia emprega mais de 13.000 pessoas, faturou US\$1,94 bilhões em 2002 e tem representações em mais de 88 países (fonte: *site* da Diebold). Recentemente, a empresa vem diversificando sua linha de produtos, e atualmente oferece soluções nos seguintes segmentos:

- Produtos *self-service* (caixas automáticos).
- Produtos de segurança (como cofres e caixas, e outras facilidades).
- Soluções para votação (urnas eletrônicas).
- Soluções integradas de segurança eletrônica (vendas, instalação e gerenciamento).
- Cartões de identificação.
- Soluções de *software* e serviços.

A empresa atua no Brasil com a Diebold Procomp, que também fabrica caixas automáticos e inclusive exporta seus produtos para o mercado americano.

A **INTEL** é a maior produtora mundial de chips (ou processadores) de informática, e é líder no mercado de computação, *networking* e produtos de comunicações. A empresa foi fundada em 1968, emprega 80.000 funcionários e teve uma receita de US\$26,5 bilhões em 2001 (fonte: *site* da Intel). A Intel atua em diversos países, possuindo 45 unidades de produção fora dos EUA. Nos últimos anos, entre 2000 e 2001, a empresa enfrentou uma crise no setor de semicondutores. A receita líquida mundial da empresa caiu cerca de 20%, enquanto o faturamento no setor como um todo diminuiu entre 35% e 40% (fonte: Valor Econômico, 19/6/02). A empresa tomou a decisão de investir maciçamente em P&D de novos produtos, lançando o Itanium II, a nova geração do chip de 64 bits dirigido às empresas, e planejando o lançamento de uma nova geração de chips de 32 bits (como o Pentium IV) ainda em 2003.

### Dados colhidos e resultados

Os resultados da pesquisa nas três empresas americanas são apresentados na Tabela 17. Foi feita uma correção monetária nos valores em dólar até o ano de 2002, que se mostrou necessária devido ao longo período de coleta de dados (mais de uma década). Não foi possível estimar os investimentos em *marketing*, ativos fixos e outros custos de desenvolvimento destas empresas, pois somente os valores investidos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia não rotineira, relativos aos projetos de DPP, são disponibilizados nos balanços contábeis das empresas americanas. Devido a isso, o valor apurado do custo médio de uma nova plataforma nestas empresas foi menor do que o ideal, causando uma distorção quando comparadas com as três empresas brasileiras pesquisadas. A complexidade dos projetos dessas empresas seria maior, caso todas as informações fossem disponibilizadas.

Uma parte significativa do desenvolvimento de novos produtos na Boeing é realizada com parcerias de risco, de forma semelhante ao que é feito pela Embraer. O valor destas parcerias de risco não foi obtido, mas foi feita uma estimativa de 40% do valor total dos projetos. Este tipo de parceria vem sendo utilizado com maior intensidade pela Boeing nos seus últimos projetos. No caso da plataforma 777, 70% do desenvolvimento foi realizado por parceiros de risco (Nascimento e Ferraz, 2000). Desta forma, o faturamento apurado foi de 60% do valor total. Não foi possível obter o faturamento apenas da divisão de aeronaves comerciais, portanto o faturamento considerado é o da empresa como um todo.

**Tabela 17**

#### Dados coletados nas empresas americanas:

	Período	Anos	Faturamento no período (US\$B), $R$	Investimento em PD&E no período (US\$B), $d \times R$	Número de plataformas no período, $P$
Boeing	1960 – 1996	37	567,61*	68,61	6
Dicbold	1974 – 1994	21	12,67	0,59	4
Intel	1978 – 1998	21	167,76	17,51	6

\*60% do faturamento total

Os dados de faturamento e investimento foram obtidos nos relatórios anuais destas empresas. Como os dados disponíveis são geralmente de anos mais recentes (por

exemplo, os últimos dez anos), regressões estatísticas foram realizadas para estimar os faturamentos e investimentos em PD&E nos anos anteriores. O período considerado, para cada empresa, é determinado pelo ano de lançamento da primeira plataforma e o ano de introdução da última na seqüência de lançamentos que foram levantados. Por exemplo, a primeira plataforma da Boeing na nossa série é o 727 e o último é o 777. Adicionalmente, nos casos de Boeing e Diebold, ocorreram fusões em 1997 (Boeing com McDonald Douglas) e 1995 (Diebold com IBM) e, como consequência, os dados financeiros, após estas fusões, apresentam descontinuidades que dificultam a sua utilização no presente trabalho. Dados sobre os lançamentos de plataformas (Tabela 18) de cada uma destas empresas foram obtidos nos relatórios do IPT (1998 e 1996) e no *site* da Boeing.

**Tabela 18**

**Lançamento de plataformas nas três empresas americanas:**

Ano de lançamento de plataforma	Lançamento de avião / plataforma Boeing	Lançamento de caixa automática / plataforma Diebold	Lançamento de microprocessador / plataforma Intel
1963	Boeing 727		
1967	Boeing 737		
1969	Boeing 747		
1974		TABS	
1978		DIE 9000	8086
1982	Boeing 757 e Boeing 767		286
1985		DIE 1000	386
1989			486
1991		Interbold	
1993			Pentium
1995	Boeing 777		
1997			Pentium II

Fonte: Yu e Nascimento, 2000.

Os dados sobre os custos de desenvolvimento de uma plataforma ou família são mais difíceis de obter e, portanto, são calculados, com os valores obtidos na Tabela 17, através da Equação 1 do modelo teórico. Os valores de  $C_s$  resultantes são os custos médios de desenvolver uma plataforma e seus derivados. Por exemplo, a plataforma

Boeing 737 conta com nove derivados (incluindo o original), e é o avião mais vendido da Boeing. Utilizando a Equação 2 do modelo teórico, foi determinada a capacidade normalizada de lançar novas plataformas, nos respectivos períodos considerados, para cada uma das empresas. Estes resultados estão na Tabela 19.

**Tabela 19**

**Complexidade e capacidade normalizada nas empresas americanas:**

	Complexidade de desenvolvimento de uma plataforma (C, US\$B)	Capacidade normalizada de lançar novos produtos (P/R, número de lançamentos por US\$B)
Diebold	0,148	0,3157
Intel	2,918	0,0358
Boeing	11,43	0,0106

Fonte: Yu e Nascimento (2000)

## CAPÍTULO 8

### ANÁLISE CRUZADA DOS RESULTADOS

Neste capítulo, é feita uma análise cruzada dos resultados da pesquisa nas empresas estudadas. Inicialmente, estes resultados são apresentados e comparados com o modelo teórico, ou seja, são apontadas as diferenças nos valores das variáveis do modelo teórico entre as empresas. Fica demonstrado que quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos, menor será o número de lançamentos de produtos novos por faturamento, para cada empresa. Em seguida, são discutidos os diversos fatores que podem exercer influência sobre as variáveis do modelo, numa tentativa de analisar algumas causas para os diferentes valores encontrados. Isto é efetuado apenas nas empresas nacionais, pois somente nelas a coleta de dados, através de entrevistas e por meio de diversas outras fontes, houve informações suficientes para uma análise desta natureza. Os dados das empresas americanas, coletados por Yu e Nascimento (2000) foram apenas secundários, obtidos nos balanços contábeis publicados pelas três empresas e nos *sites* das mesmas na internet. Por isso a análise dos resultados referentes a elas é mais simples, e se restringe, basicamente, à comparação com o modelo teórico.

#### 8.1 Resultados nas seis empresas

Os resultados da tabela 20, apresentada abaixo, mostram que, para as seis empresas pesquisadas, as ordens de grandeza dos custos médios de desenvolvimento de plataformas e derivados podem ser bastante distintas. Por exemplo, o custo médio para desenvolver uma nova plataforma de caixa automática e seus derivados, na Diebold é de U\$ 148 milhões, e o valor correspondente na Boeing é de U\$ 11,43 bilhões (77 vezes mais). O custo médio de desenvolvimento de uma plataforma no caso da Caloi é de U\$ 423.000, e o valor correspondente da Embraer é de U\$ 1,02 bilhões (2420 vezes mais). Diferenças semelhantes ocorrem com os valores de capacidade normalizada de lançar novas plataformas. A duração média de um projeto plataforma da Embraer (3 anos e meio) é sensivelmente maior que a duração na Sadia e na Caloi, o que pode ser explicado pelas diferentes complexidades dos projetos das três empresas. A Sadia precisa de 1 ano e 5 meses, em média, para desenvolver uma nova família de produtos, e a Caloi, apenas 6 meses.

Tabela 20

## Resultados nas seis empresas:

	Complexidade de desenvolvimento de uma plataforma (C, US\$B)	Capacidade normalizada de lançar novos produtos (P/R, número de lançamentos por US\$B)	Percentual da receita investido em desenvolvimento (d, %)	Duração Média de Projetos de Plataforma (anos)*
Diebold	0,14800	0,3157	4,66	-
Intel	2,91800	0,0358	10,44	-
Boeing	11,43000	0,0106	12,09	-
Embraer	1,02350	0,1189	12,17	3,5
Sadia	0,01110	1,5117	1,68	1,4
Caloi	0,00042	45,7200	1,83	0,5

\*dados obtidos nas entrevistas

Para possibilitar uma melhor análise dos resultados empíricos, e colocá-los na perspectiva do modelo teórico, os dados da Tabela 20 e a equação do modelo teórico são integrados na Figura 8. As escalas da Figura 8 são logarítmicas para comportar as grandes variações dos valores de  $(P/R)$  e  $C$  entre as diferentes empresas. Por exemplo, o custo médio de desenvolver uma plataforma e seus derivados varia de 100.000 de dólares a 10 bilhões de dólares. As retas inclinadas resultam do modelo teórico com os seguintes valores arbitrários de  $d$ : 1%, 5%, 9% e 17%. Estes valores foram escolhidos para facilitar a visualização da figura, por cobrirem toda a gama de percentuais aplicados nas empresas pesquisadas e por não coincidirem com os percentuais específicos de cada uma delas.

A Figura 8 mostra que se o custo de desenvolver uma plataforma for de um milhão de dólares, para uma determinada empresa, e se ela alocasse 9% do seu faturamento para PD&E, então a sua capacidade normalizada de lançar novas plataformas seria aproximadamente de cem plataformas por bilhão de dólares de faturamento (ou uma plataforma por dez milhões de dólares). Por outro lado, se uma empresa lançasse dez plataformas num dado período e ela designasse 1% de faturamento para PD&E, então a Figura 8 indica que o custo médio de desenvolver uma plataforma ou família nesta empresa seria um milhão de dólares.

Os resultados mostram claramente que o modelo teórico proposto representa muito bem a realidade das seis empresas. Convém lembrar, porém, que os pontos das três empresas americanas estão deslocados para a esquerda em relação aos valores reais, porque não foi possível estimar os investimentos em *marketing*, os investimentos para a produção (ativos fixos, ferramentais etc.), e outros custos de desenvolvimento nessas empresas. Apenas os valores investidos em P&D e engenharia não rotineira foram obtidos. Se os custos fossem apurados rigorosamente de acordo com a metodologia aplicada nas empresas nacionais, eles teriam valores maiores, ou seja, os projetos teriam uma complexidade maior, e as empresas teriam um maior percentual da receita aplicado em desenvolvimento. No caso da Boeing, o investimento para a produção da plataforma do Boeing 777 foi tão grande quanto o investimento em PD&E (Ulrich e Eppinger, 1995), o que indica que os custos de ativos fixos e ferramentais são muito significantes. A figura abaixo ilustra esta condição. Como não foi apurada a receita de vendas apenas da divisão de aeronaves comerciais, o valor da receita também não tem total precisão. O valor mais correto para a receita seria menor, e isso deslocaria o ponto da empresa para cima, no gráfico. A Boeing atua também nos setores aeroespacial e militar (desenvolvendo, por exemplo, satélites), e uma parcela da sua receita provém das vendas de produtos nestes setores. Não foi possível obter a receita de vendas do segmento de aeronaves comerciais no período de coleta de dados utilizado por Yu e Nascimento (2000), que foi de 1991 a 1996, porém no ano de 1993, a receita deste segmento correspondeu a 81% da receita total (fonte: site da Boeing), o que indica que a distorção nos cálculos não deve ter sido muito grande.

No caso da Embraer não houve este problema, por vários motivos. Primeiro, a empresa só atua no segmento de aeronaves, ao contrário da Boeing, que desenvolve produtos com tecnologias bastante diferentes, como satélites e foguetes. Segundo, as suas aeronaves de uso militar, com exceção do modelo Tucano, fazem parte das famílias de produtos para uso comercial, em especial da família 145, que tem duas variantes utilizadas para fins militares (aeronaves 145 com radar e outros acessórios). Além disso, o modelo Tucano foi desenvolvido num período anterior ao da coleta de dados (1989-2002) e teve vendas menos expressivas durante a década de 90 (cerca de 7% do total de vendas). Por estes motivos, a participação das aeronaves militares da Embraer foi incluída na apuração da sua receita e dos investimentos em DPP.

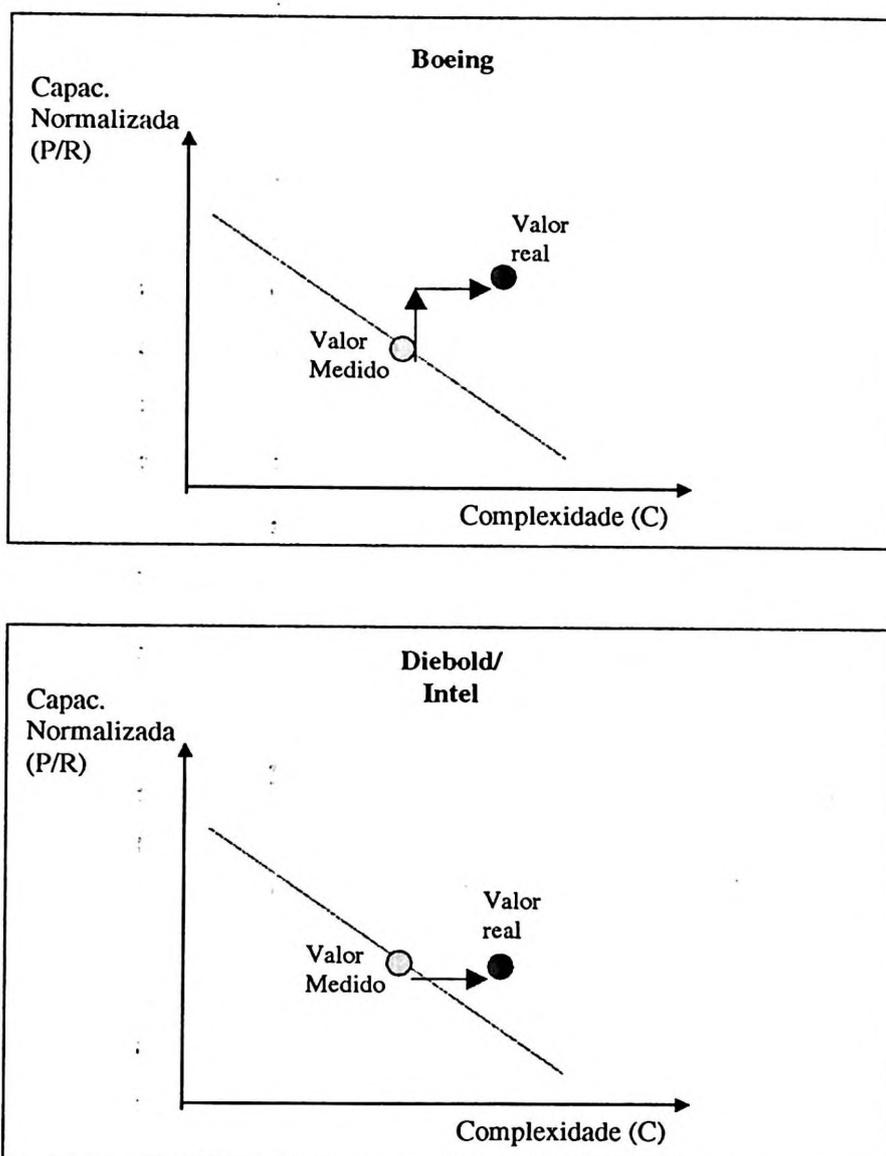


Figura 7: Aproximações na apuração das variáveis nas empresas americanas

A plataforma de produtos menos complexa dos seis casos é a de bicicletas da Caloi. A plataforma mais complexa, da Boeing, é 27020 vezes mais custosa que a da Caloi. O fato de que uma plataforma da Boeing se mostra 11 vezes mais complexa do que uma plataforma da Embraer se explica principalmente pelo fato de que os jatos da empresa nacional são significativamente menores que os da empresa americana. Apesar de ambas as empresas pertencerem ao mesmo setor industrial, os jatos da Embraer atuam no segmento de aeronaves de médio porte (*commuters*) para aviação regional, enquanto

os modelos da Boeing podem transportar um número muito maior de passageiros, em viagens domésticas e internacionais. As duas empresas investem, porém, valores praticamente iguais de suas receitas em desenvolvimento de novos produtos (cerca de 12%). Considerando, porém, que os valores apurados na Boeing são aproximados, a figura acima indica que o percentual investido efetivamente pela Boeing é um pouco maior.

Esta semelhança encontrada nos percentuais da receita investidos em DPP talvez possa indicar que este valor, em torno de 12%, é característico do setor aeronáutico. O uso de tecnologias semelhantes pelas empresas do setor, e a concorrência em nível internacional ou globalizado que enfrentam, são aspectos que talvez determinem que os investimentos feitos por diferentes empresas se situem numa mesma faixa. Os percentuais da receita aplicados em P&D (sem incluir engenharia e outros investimentos em DPP) das sete maiores empresas do setor aeronáutico são apurados anualmente pela revista Technology Review. No ano de 2002 (ver tabela abaixo), seis destas empresas investiram percentuais não muito diferentes, variando entre 2,8 e 6,6% das receitas. Apenas a empresa BAE Systems teve um percentual sensivelmente maior, de 19,3%. Esta semelhança na ordem de grandeza dos percentuais de investimento das seis empresas também ocorreu nos anos de 2000 e 2001, o que indica que a suposição pode ser válida.

**Tabela 21**

**Porcentuais da receita investidos em P&D nas maiores empresas aeroespaciais:**

	2002	2001	2000	Média
BAE Systems (Reino Unido)	19,3	15,6	12,4	15,76
Boeing (EUA)	3,3	3,9	2,3	3,17
United Technologies (EUA)	4,5	4,9	5,4	4,93
Honeywell Intl. (EUA)	3,5	3,3	3,8	3,53
Lockheed Martin (EUA)	*	*	3,2	3,20
Raytheon (EUA)	2,8	3,1	2,5	2,80
Rolls-Royce (Reino Unido)	5,7	6,3	4,5	5,50
<b>Média Geral **</b>				<b>3,86</b>

Fonte: Revista Technology Review.

\*dados não apurados para este ano

\*\*excluindo a empresa BAE Systems do cálculo

O percentual da receita aplicado nos investimentos em DPP difere bastante entre algumas das empresas pesquisadas. A Sadia e a Caloi, contudo, aplicam percentuais semelhantes (entre 1,6 e 1,9%), apesar de atuarem em mercados diferentes, e de a Sadia ter um faturamento muito maior (cerca 13 vezes maior). O mesmo ocorre com a Embraer e a Boeing, como foi apontado.

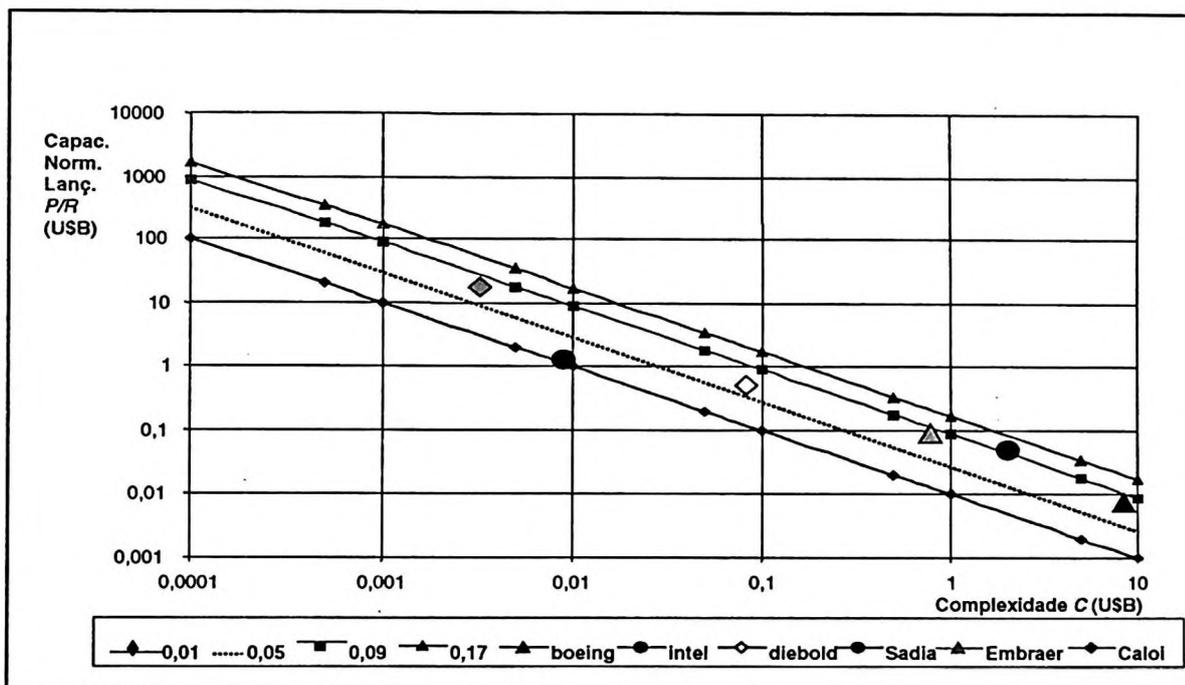


Figura 8: Teoria e Dados reais nas seis empresas pesquisadas

## 8.2 Análise qualitativa dos resultados

Ao se analisar a influência da complexidade dos projetos de desenvolvimento sobre a capacidade normalizada das empresas para realizarem lançamentos, é possível levar em conta a influência de vários fatores. A figura abaixo, baseada na análise dos fatores externos a uma organização elaborada por Hax e Majluf (1996), ilustra a influência desses fatores, que já foram apresentados, juntamente com a mesma figura, no capítulo 2. Hax e majluf identificaram seis fatores externos, que são mercado, concorrência, governo e economia, tecnologia, e fatores sociais. A seguir cada um desses fatores (com exceção dos fatores sociais) é analisado qualitativamente, para o conjunto de empresas pesquisadas, visando melhor compreensão dos resultados obtidos. Fatores internos às empresas como, por exemplo, o gerenciamento do DPP, também são

abordados. A análise se concentra nas três empresas nacionais, devido à maior quantidade de informações obtidas sobre as mesmas, já que foram coletados dados primários e não apenas secundários. São feitos, porém, alguns comentários sobre as empresas americanas, de forma menos conclusiva e mais limitada.

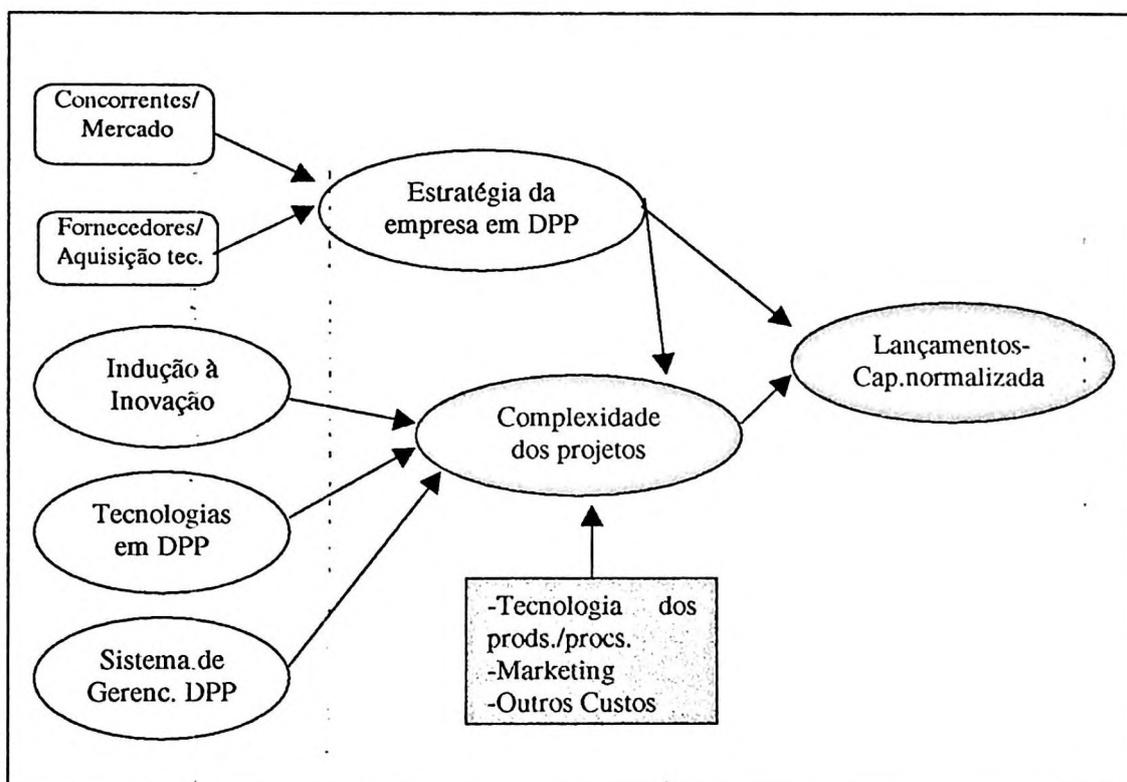


Figura 9: Fatores que influem na capacidade de realizar lançamentos

### 8.2.1 Complexidade dos projetos

Nesta pesquisa, a complexidade é representada por custos, e foi apurado que, nas três empresas nacionais pesquisadas, a composição destes custos ou investimentos em DPP é diferente. Isto implica diferentes tipos de complexidade, como foi sugerido por Khurana (1999). Este autor classificou o conceito de complexidade em quatro tipos: tecnológica, logística, organizacional, e ambiental.

Para algumas empresas, investimentos que em geral não são relacionados ao desenvolvimento, como o de *marketing*, têm grande importância no custo dos projetos, e são considerados na elaboração da análise de retorno dos investimentos em famílias de novos produtos. Este é o caso da Sadia, cujo custo médio para desenvolver uma nova plataforma foi, no período, de U\$ 11,1 milhões, e que investiu, em média, 54,4% deste

valor em *marketing* (a empresa não permitiu a divulgação dos custos individuais dos seus projetos). A Caloi também faz grandes investimentos em *marketing*, que representam 61% do investimento nas plataformas, que tiveram um custo médio de U\$ 423.000. Estas duas empresas realizam atividades de *marketing* que visam o consumidor final. Já no caso da Embraer, o investimento em *marketing* não é significativo, principalmente porque seus alvos de mercado são outras empresas (companhias aéreas) e governos de alguns países. A plataforma ERJ-145 custou cerca de U\$ 400 milhões, e a plataforma EMB-170, cerca de U\$ 800 milhões. As despesas comerciais, que incluem alguns custos de *marketing* como, por exemplo, participações em feiras internacionais, foram relativamente pequenas, de cerca de U\$200.000 no ano de 2002. Isso indica que o investimento em *marketing* é inferior a 1% do valor total investido em DPP.

A composição dos custos dos projetos, nos períodos pesquisados nas três empresas, está listada na tabela abaixo. No cálculo dos percentuais da Embraer, foram considerados apenas os investimentos em desenvolvimento de projetos específicos (Vector, ERJ-145 e EMB-170), sem incluir os investimentos “genéricos” em melhoria da produtividade em DPP. Os investimentos da Sadia e da Caloi em *marketing* relacionado aos projetos são mais de três vezes maiores que os investimentos em PD&E. No caso da Embraer, os investimentos em PD&E abrangem a maior parte dos custos.

Outro ponto importante é o alto investimento da Sadia em ativos fixos e outros custos. A empresa desenvolveu várias linhas de produção novas, e construiu novas unidades produtivas, ao contrário da Caloi e Embraer.

Tabela 22

## Composição dos investimentos em DPP da Sadia, Embraer e Caloi

Investimentos	Sadia	Embraer	Caloi
PD&E	7,6%	66,6%	20,0%
Marketing	54,4%	0,0%	61,0%
Ativos fixos, ferramental e outros custos	38,0%	33,3%	19,0%
Total	100%	100%	100%

Os investimentos em PD&E (custos de desenvolvimento) e os investimentos para a produção (ativos fixos, ferramental, etc) da Sadia não tem valores semelhantes. O mesmo ocorre no caso da Embraer. Os dados coletados por Ulrich e Eppinger (1995) mostraram que o custo de desenvolvimento e o investimento para a produção da plataforma do Boeing 777 foram iguais (ambos do valor de U\$ 3 bilhões), e este fenômeno se repetiu nos dados dos outros segmentos industriais levantados por eles (automobilístico, *hardware*, ferramentas domésticas e artigos esportivos). Ou seja, em vários casos, os custos de desenvolvimento tiveram valores semelhantes aos investimentos para a produção. Isto ocorreu em uma das empresas pesquisadas, a Caloi. Não é possível afirmar, porém, com base nesta única evidência, que estes custos tendem a ser sempre parecidos, mas talvez a diferença encontrada, tanto no caso da Sadia quanto no da Embraer, possa ser explicada por diferentes critérios contábeis de apropriação dos custos. A Embraer, por exemplo, apura apenas custos com imobilizado técnico e informática, além dos custos de PD&E, o que pode explicar em parte a diferença encontrada (66,6% contra 33,3%), já que, conforme apontaram Ulrich e Eppinger, alguns equipamentos necessários à produção podem ser considerados como *custos fixos* (sendo alocados ao custo dos produtos), e não como investimentos na conta de ativos. Somente uma comparação mais detalhada das legislações contábeis dos dois países e dos critérios contábeis de cada empresa poderia esclarecer esta questão.

Na Sadia, ocorre a situação inversa da Embraer: os investimentos com a produção são cinco vezes maiores que os investimentos em PD&E, o que pode indicar que a compra de novos equipamentos e a construção de novas linhas de produção e unidades fabris tem predominância nos seus projetos. Em termos de tecnologia, os produtos da Sadia são mais simples que os da Embraer, e os processos, relativamente

mais complexos, pois é necessário obter um volume de produção muito mais alto. Além disso, na Sadia, os investimentos em *marketing* são substanciais, ao contrário da Embraer, que praticamente não investe em *marketing*.

Analisando a complexidade de acordo com o conceito de Khurana (1999), A composição dos investimentos em DPP na Embraer indica que a complexidade tecnológica (relativa aos produtos e processos) é a mais significativa. No caso da Sadia, a complexidade ambiental (relativa aos eventos externos à empresa, como as condições do mercado, por exemplo) tem, relativamente, uma maior importância, pois a empresa realiza investimentos significantes em *marketing*, para introduzir seus produtos no mercado. A complexidade logística também é importante para a Sadia, pois a empresa distribui seus produtos em todo o território nacional, e fabrica alimentos que são, na sua maioria, perecíveis, e necessitam de refrigeração constante e condições de conservação controladas. Além disso, a complexidade tecnológica, para esta empresa, está mais relacionada à produção do que à pesquisa, desenvolvimento e engenharia. Já no caso da Caloi, a complexidade ambiental também tem maior importância relativa, mas em termos gerais pode-se concluir que a empresa desenvolve projetos de plataformas pouco complexas, e possui uma estrutura de desenvolvimento extremamente simples e enxuta.

### 8.2.2 Capacidade de realizar lançamentos

Como neste trabalho o desempenho em DPP foi estimado pela capacidade normalizada de realizar lançamentos de novas plataformas, uma empresa que se dedique exclusivamente ao desenvolvimento de derivados, obtendo desta forma uma maior segmentação no mercado em que atua, terá um desempenho menor que outra empresa que, com o mesmo faturamento e porcentual da receita aplicado em desenvolvimento, se dedique exclusivamente ao lançamento de novas plataformas. Ou seja, a proporção de plataformas e derivados lançados afeta o desempenho em realizar lançamentos. Este critério de análise faz sentido na medida em que o esforço de inovação para desenvolver uma nova plataforma é muito maior que o necessário para desenvolver um produto derivado, que utiliza uma estrutura produtiva já existente e tecnologias menos inovadoras.

Conforme foi explicado no capítulo de fundamentos conceituais, as condições do mercado em que as empresas atuam influencia fortemente a composição do seu *mix* de

projetos de desenvolvimento (Clark e Wheelwright, 1993). Ao investir no mercado de produtos alimentícios industrializados ao longo da década de noventa, a Sadia teve de atender a uma demanda por produtos destinados a diversos segmentos, como os pratos destinados ao público infantil, a linha de sobremesas e a linha de fatiados em embalagens de tamanho reduzido (que visa atender as necessidades de residências com poucos moradores, ou de pessoas solteiras). Cada uma de suas novas plataformas tem diversos produtos derivados. Só a linha de pratos prontos, por exemplo, oferece 25 variedades de alimentos, das quais 23 são produtos derivados, além de duas variantes destes derivados como, por exemplo, as mini-lasanhas, que são apresentadas em embalagens menores (vide tabela 8). O custo para desenvolver um derivado desta família foi de aproximadamente US\$ 155.000. Já a plataforma de pizzas, que demandou um novo conceito de produto e a construção de uma nova fábrica, teve um custo médio de US\$ 2,74 milhão por derivado. Esta família possui 8 derivados (diferentes sabores de pizza) e 3 variantes (mini-pizzas e pizzas “meio a meio” com dois sabores).

Das três empresas pesquisadas, a Sadia é a que mais concentra seu esforço de desenvolvimento em produtos derivados, e a principal explicação para esta ênfase é o contexto dos mercados em que atua ou planeja atuar. Se a ênfase da empresa fosse em desenvolver novas plataformas, ela obteria um maior desempenho em DPP pelos critérios do presente estudo, e poderia posicionar novos produtos em novos mercados. Recapitulando e aplicando a classificação de Ansoff (1965, *apud* Hax e Majluf, 1996) apresentada no capítulo de fundamentos conceituais, a ênfase em DPP adotada pela empresa é no *desenvolvimento de produto*, pois busca estender as linhas de produtos existentes nos mercados em que atua. Ou seja, há prioridade em desenvolver produtos derivados, e não em desenvolver novas plataformas. As outras alternativas definidas por Ansoff são: *penetração de mercado* (procurar expandir o volume de vendas, a abrangência geográfica ou o market-share dos produtos existentes, no mercado em que atua), *desenvolvimento de mercado* (procurar novos mercados para a linha de produtos existentes) e *diversificação* (desenvolvimento de novas famílias de produtos para novos mercados). Esta classificação é útil, pois a ênfase adotada por uma empresa constitui um indicador do desempenho que a mesma tem (ou terá) quanto à capacidade de lançar plataformas. A ênfase em diversificação é a que tende a gerar um maior desempenho, e a ênfase em desenvolvimento de produto, a que tende a gerar um menor desempenho, para um mesmo percentual da receita investido em DPP. O desenvolvimento de produto

também tende a gerar projetos de maior complexidade, pois o investimento é concentrado em famílias já existentes, e não em famílias novas, e o custo total, ou complexidade das famílias existentes tende, portanto, a aumentar. Já as opções de penetração e desenvolvimento de mercado tendem a gerar menores investimentos em DPP (e conseqüentemente menor desempenho), e maiores investimentos em *marketing* não relacionado aos projetos, por exemplo. O efeito destas diferentes alternativas, para uma determinada empresa, na sua capacidade de realizar lançamentos e na complexidade de seus projetos, está exemplificado na figura abaixo.

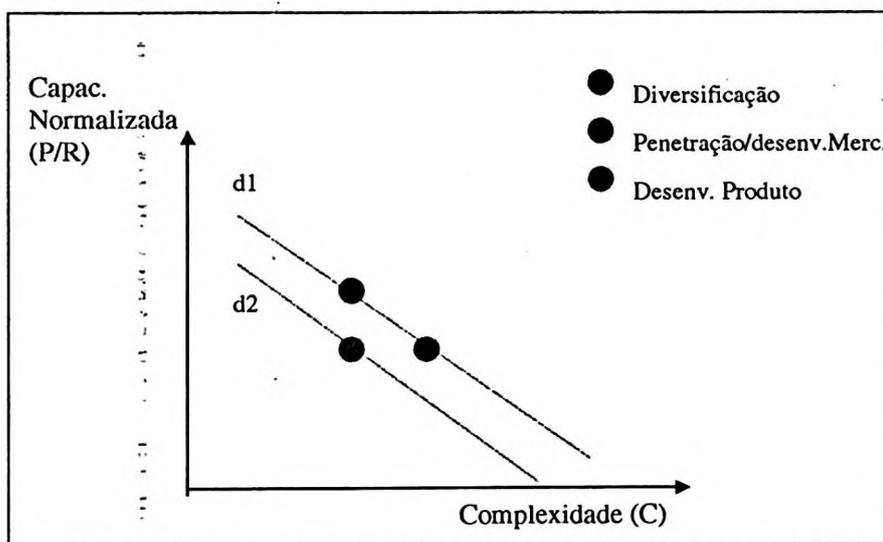


Figura 10: Efeitos das diferentes ênfases em DPP.

Nos últimos anos a Embraer teve de atender a uma demanda por produtos mais diferenciados. A família do jato ERJ-145 inclui os modelos ERJ-135 (para 37 passageiros) e ERJ-140 (para 44 passageiros). Além disso, a empresa também desenvolveu três derivados do modelo ERJ-145, com melhoramentos e algumas funções adicionais. São eles o Legacy, criado para o mercado de executivos e funcionários de governo, o EMB-145 AEW&C, aeronave de controle dotada de radar, e o EMB-145 RS/AGS, desenvolvido para aplicações de vigilância, inteligência e reconhecimento, com diversos tipos de sensores e radar. Além dos derivados da família ERJ-145, a Embraer também desenvolveu, nos últimos anos, a família EMB-170 (que inclui os modelos derivados EMB-175, 190 e 195). A empresa emprega uma estratégia mista, combinando as alternativas de penetração de mercado, desenvolvimento de produto, diversificação, e desenvolvimento de mercado.

Já a Caloi não se dedicou ao desenvolvimento de derivados em suas plataformas com a mesma intensidade que a Sadia e a Embraer. A necessidade de variedade nos seus produtos foi atendida, principalmente, pelo desenvolvimento de novas plataformas. A maioria das quatorze novas plataformas pesquisadas, porém, oferece alguma variedade, principalmente com o oferecimento de derivados na linha Pro e na linha Standard, que têm diferentes qualidades nas peças, acabamento e materiais utilizados. Esta dedicação ao desenvolvimento de novas plataformas indica que a empresa busca as alternativas de desenvolvimento de produto e de diversificação, o que explica o seu desempenho relativamente alto, medido capacidade normalizada de realizar lançamentos de novas plataformas. Os derivados de cada família da Caloi estão listados na tabela 12. A empresa teve um valor de 45,72 lançamentos por US\$ bilhão, a Sadia 1,51, e a Embraer, 0,12.

### 8.2.3 Estratégia da empresa em DPP

A estratégia adotada por cada empresa tem influência direta na capacidade de realizar lançamentos, pois cada empresa pode destinar um determinado percentual de sua receita para o desenvolvimento de produtos (variável  $d$  do modelo teórico), em função da concorrência que enfrenta e do tipo de relação que mantém com seus fornecedores. Além disso, o direcionamento dos investimentos também tem influência no desempenho.

Kurokawa (1997) estudou a estratégia de realizar aquisições externas de tecnologia, e suas consequências para o sucesso dos negócios. Já Hax e Majluf (1996) estudaram as diferentes alternativas para os esforços de inovação e, conseqüentemente, para o direcionamento dos investimentos em DPP, em função das diferentes alternativas de crescimento possíveis. Como foi explicado, ao investir um maior percentual de sua receita em DPP, visando estender a linha de produtos existentes nos mercados, uma empresa terá uma estratégia de *desenvolvimento de produto*. Se desenvolver novas famílias de produtos para novos mercados, terá uma estratégia *diversificação*.

Ao aumentar intencionalmente o percentual ( $d$ ) investido, a empresa poderá realizar mais lançamentos se, no período considerado, a complexidade ou custo dos seus projetos não se alterar muito. Por exemplo, uma empresa que enfrenta uma concorrência muito grande pode decidir por investir maiores valores no DPP, numa estratégia agressiva de lançamentos.

Uma estratégia alternativa é a de formar parcerias de risco com os fornecedores, visando otimizar o processo de desenvolvimento, e investir menos no desenvolvimento do que outras empresas concorrentes que não tenham realizado este tipo de parceria. A receita da empresa, neste caso, será diminuída, pois uma parcela ficará com o parceiro de risco. O caso da Embraer é um bom exemplo da utilização de parcerias como forma de diminuir o risco e, consèqüentemente, o custo ou complexidade dos projetos de desenvolvimento. A Boeing é outro exemplo de empresa que utiliza esta alternativa. O efeito das parcerias de risco na capacidade de realizar lançamentos e na complexidade dos projetos está demonstrado na figura abaixo. No caso de o parceiro de risco realizar o desenvolvimento mais eficientemente do que a empresa que buscou a parceria, isso provavelmente possibilitará que esta invista um porcentual menor de sua receita em desenvolvimento, se o preço dos produtos for mantido. Por exemplo, se é feita uma parceria relativa a 20% dos custos projetados de uma plataforma, mas, devido a uma maior eficiência neste desenvolvimento por parte do parceiro, apenas 15% (e não 20%, como seria esperado) da receita de vendas fica comprometida, haverá uma diminuição de 5,88% no percentual originalmente projetado da receita a ser aplicado no desenvolvimento da plataforma. Em outras palavras, o percentual projetado é 6,25% maior que o percentual obtido com a parceria. A empresa recebe 85% da receita desta plataforma, mas, em contrapartida investe apenas 80% do total necessário para desenvolvê-la.

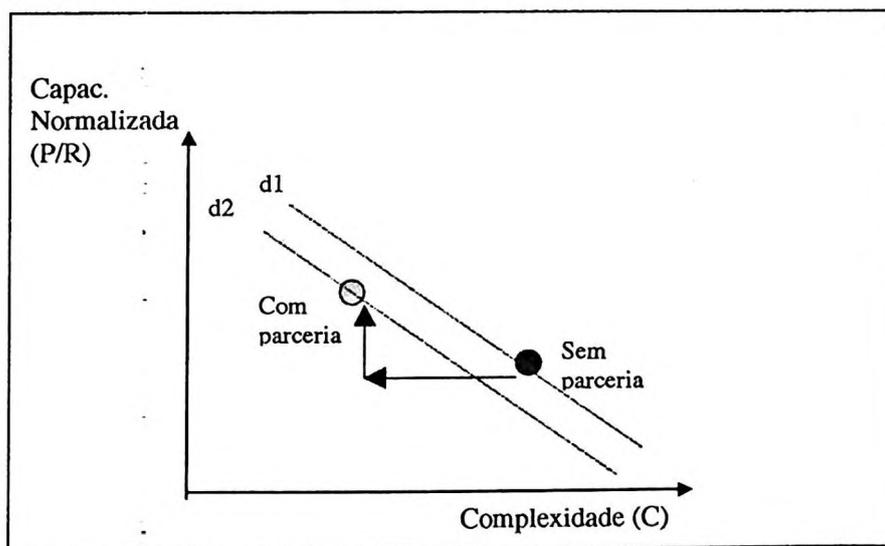


Figura 11: Efeitos das parcerias de risco.

As três companhias nacionais estudadas atribuem grande importância aos seus fornecedores e à utilização de tecnologia (seja por desenvolvimento próprio, terceirização, parcerias ou licenças), mas o tratamento é distinto.

Na Embraer (e também na Boeing), os principais fornecedores são parceiros de risco do projeto. Para cada plataforma, são procurados e convidados parceiros do mundo inteiro para partes e subsistemas importantes do avião, e estes parceiros podem ser trocados a cada novo projeto. Cada parceiro faz, então, um investimento e assume a responsabilidade pelo desenvolvimento do seu subsistema ou parte e, presumivelmente, torna-se um aliado para a realização de vendas pela Embraer. Mais que isso, cada parceiro de risco é também um parceiro tecnológico. A própria Embraer vem concentrando suas competências nas tecnologias de integração de aviões e na gestão integrada de programas. O total de US\$ 650 milhões, investido pelos parceiros de risco nos projetos das famílias 145 e 170, representa aproximadamente 35% da parcela investida pela Embraer, o que confirma a importância dada a este tipo de parceria.

Na Caloi, os fornecedores são da empresa. Trata-se de fornecedores cadastrados, que não são mudados a cada projeto, e que não são parceiros de risco, até porque a dimensão reduzida de cada projeto de novo produto não justificaria grandes parcerias.

Em termos de concorrência, a Embraer é talvez a empresa que enfrenta uma disputa mais acirrada. A intensidade desta concorrência pode ser estimada pelos sete indicadores apontados por Hax e Majluf (1996), que são: número de competidores, crescimento relativo do setor, custo fixo ou de estoque, características do produto (*commodity*/customizado), ampliação da capacidade (incrementos pequenos/grandes), diversidade dos competidores e interesses estratégicos dos competidores. É possível fazer considerações sobre alguns destes indicadores, numa análise qualitativa, porém que auxilia na compreensão das características da concorrência enfrentada pelas três empresas pesquisadas.

Quanto à ampliação de capacidade, a Embraer precisa se adaptar a mudanças bruscas na demanda por aeronaves, já que as concorrências para o fornecimento de aviões variam muito na quantidade solicitada. Já a Caloi e a Sadia atuam em mercados mais estáveis, no qual o crescimento da demanda está relacionado fatores como, por exemplo, o crescimento da população (no caso da Sadia) e uma maior busca por produtos associados à saúde e à forma física (no caso da Caloi).

Nas três empresas pesquisadas, o número de competidores é relativamente baixo, ou seja, há uma concentração da concorrência. Alguns poucos concorrentes de peso (como Perdigão no caso da Sadia, Bombardier no caso da Embraer e Sundown no caso da Caloi), disputam por maiores fatias do mercado.

Os interesses estratégicos dos competidores, no caso da Embraer, contribuem para acirrar bastante a concorrência enfrentada pela empresa. O setor aeronáutico utiliza e desenvolve tecnologias de ponta que são importantes para os países que atuam no mesmo. As ações dos governos de diferentes países, visando incentivar o desenvolvimento deste setor, indica o quanto ele é importante sob o ponto de vista político e militar. A Boeing, por exemplo, desenvolve tecnologias para os setores aeroespacial e militar que são utilizadas na aviação comercial, e vice-versa.

Esta maior concorrência enfrentada pela Embraer pode explicar em parte o maior percentual da receita que ela investe em DPP, em comparação com a Sadia e a Caloi. Ao contrário delas, a parcela de mercado ocupada pela Embraer é bastante volátil, ou seja, pode se alterar muito ao longo do tempo, como já foi apontado; Isto ocorreu, por exemplo, no período de crise da empresa no início da década de 90. Como as encomendas de aviões muitas vezes são feitas em grandes “pacotes”, que resultam no fornecimento constante de aviões por longos períodos, ganhar uma concorrência internacional pode ser um fator crucial para a sobrevivência da empresa, alterando a receita futura e os investimentos em desenvolvimento. A figura abaixo ilustra a evolução da produção de aeronaves da Embraer (em unidades). Na década de 90, houve uma queda considerável na produção no período de 1992 a 1998, com uma posterior recuperação do volume produzido.

As disputas da empresa com a Bombardier já chegaram a envolver o governo dos países dos Canadá e Brasil, quando, em 1999, a empresa canadense chegou a processar a Embraer na OMC (Organização Mundial do Comércio) acusando-a de prática de *dumping*. Talvez devido a isso, a Embraer vem tentando diversificar a sua linha de produtos, e já anunciou que fará grandes investimentos no segmento de aeronaves militares, visando o fornecimento para o mercado americano. A empresa já tem experiência neste setor, obtida principalmente através da fabricação do modelo Tucano por vários anos, mas planeja uma expansão considerável neste segmento. Esta estratégia de investimentos da empresa foi confirmada durante as entrevistas.

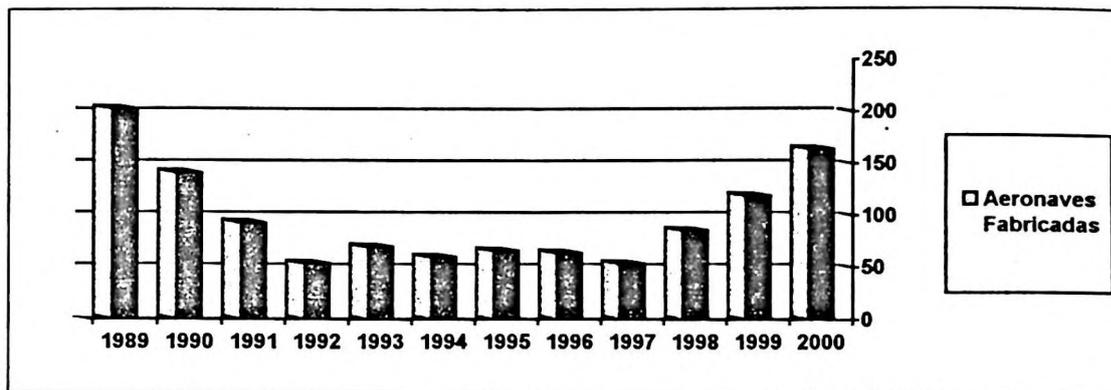


Figura 12: Evolução da produção de aeronaves da Embraer  
Fonte: Bernardes (2000)

A Embraer, portanto, sofre influência de alterações no mercado, que tiveram impacto considerável no seu volume de produção. Estas variações podem ser explicadas pelas diferentes níveis de concorrência ao longo do tempo, e também pelos ciclos econômicos da indústria aeronáutica. Recentemente, por exemplo, esta indústria enfrentou um período difícil, com a queda na venda de aeronaves comerciais que ocorreu com o desaquecimento da economia americana durante o governo Bush e após os atentados terroristas em Nova Iorque, que influenciaram negativamente o desempenho das empresas aéreas, em termos de número de passagens vendidas.

Já a Sadia atua num mercado mais estável, e detém uma parcela considerável do mercado nacional há vários anos. Sua principal concorrente, a Perdigão, tem concentrado seus investimentos em novos produtos no mesmo segmento que a Sadia, o de alimentos industrializados. A Perdigão tem hoje 31,8% do mercado, contra 58,2% da Sadia. A Caloi, por sua vez, enfrentou uma séria crise nos últimos anos, e passou por um grande processo de reestruturação, para se adaptar aos novos concorrentes (fabricantes estrangeiros de bicicletas e equipamentos de ginástica) que surgiram na década de 90, com a abertura do mercado brasileiro aos produtos importados. Até 1990, a Caloi e a Monark detinham 95% do mercado nacional de bicicletas; Este valor caiu para 50% em 1996. Atualmente, a empresa detém cerca de 23% deste mercado. O investimento nas novas linhas de *fitness* e de bicicletas de alta tecnologia (como a Black Widow) foi uma das principais respostas da empresa a esta nova configuração do mercado. O modelo Black Widow visou atender aos consumidores das bicicletas importadas que chegaram ao mercado na década de 90, oferecendo boa resistência mecânica e desempenho

notadamente superior, devido ao menor peso e a uma melhor aerodinâmica. Tanto a linha de *fitness* quanto a família da Black Widow foram desenvolvidas por terceirização e a linha de equipamentos de ginástica também teve sua produção terceirizada.

Quanto ao uso de tecnologias (que é analisado em maiores detalhes no item 8.2.5 deste capítulo), a área de Desenvolvimento da Caloi faz “*benchmarking*” de maneira informal, pesquisando soluções construtivas e produtos desenvolvidos pelos concorrentes em todo o mundo, inclusive adquirindo modelos dos concorrentes e analisando suas vantagens e pontos fracos. Em alguns casos, a empresa visita linhas de produção de outras fábricas em outros países. A empresa já se utilizou do trabalho de terceiros no desenvolvimento da bicicleta *full-suspension* black Widow e da linha de equipamentos de ginástica.

Já a Sadia pode recorrer a outras fábricas do grupo para tecnologias e soluções de fabricação dos seus produtos. Em muitos casos, a produção de uma linha inovadora implica a construção de uma nova unidade fabril. Por exemplo, a nova e mais moderna fábrica de hambúrgueres, quibes e almôndegas de Várzea Grande (MT), construída em 1997, pôde se beneficiar das tecnologias já utilizadas pela empresa na fabricação destes produtos, em outras unidades. A Sadia conta com fornecedores nacionais para apoio no desenvolvimento de equipamentos ou maquinário para novas linhas ou fábricas, porém não há nenhum tipo de parceria de risco estabelecida com os mesmos. A participação dos fornecedores no desenvolvimento é muito pequena.

Em suma, como consequência das diversas configurações de concorrência, mercado, fornecedores e utilização de tecnologia, a estratégia de investimentos das três empresas é bastante diferente. Em termos de utilização da estrutura organizacional para o DPP, a Embraer é, certamente, a empresa que precisa efetuar maiores investimentos, destinando 12,17% de seu faturamento ao desenvolvimento de novos produtos. A Boeing também aplica um percentual semelhante. Tanto a Sadia quanto a Caloi investem em torno de 1 a 2% da receita em DPP, valores que certamente poderiam ser mais altos caso as empresas tomassem a decisão estratégica de investir mais em inovação. O alto percentual investido pela Boeing e Embraer, em relação à Caloi e à Sadia, pode ser característico do setor em que atuam, como já foi explicado.

#### 8.2.4 Indução à inovação

Foi difícil obter informações detalhadas e números relativos à indução à inovação ou incentivos governamentais, tanto no caso das empresas brasileiras quanto no caso das americanas. A Embraer e a Boeing, empresas que atuam fortemente no mercado internacional, recebem este tipo de benefício, porém parece não ser do interesse destas empresas, nem dos governos dos seus países, que estes benefícios sejam detalhados. A Embraer, por exemplo, já foi processada por sua concorrente Bombardier, do Canadá, sob acusação de ter recebido “injustamente” benefícios do governo brasileiro. Este assunto é, portanto, polêmico, e a análise feita a seguir é limitada e carece de dados mais concretos.

Das três empresas pesquisadas, a que mais se beneficia de ações governamentais é certamente a Embraer. O setor aeronáutico tem importância estratégica do ponto de vista político e militar para o país, e o início de sua existência se deveu quase que exclusivamente dos investimentos do governo que esteve no poder no Brasil a partir de meados da década de 60. A Embraer se beneficiou intensamente de incentivos durante o governo militar, no desenvolvimento de aviões como o Tucano e o Bandeirante (Bernardes, 2000), e mais recentemente foi processada pela concorrente Bombardier, que a acusava de prática de *dumping* e de se beneficiar da política governamental brasileira. Como a Embraer é uma empresa de alta tecnologia, com vocação exportadora, e que traz divisas ao país, tem mais facilidade em obter uma maior atenção do estado. Atualmente, o custo dos projetos de DPP da Embraer e o percentual da receita investido em DPP não são diretamente afetados pelo principal incentivo que recebe do governo brasileiro, relacionado ao financiamento das exportações -o governo brasileiro financia, pelo BNDES, as exportações de aeronaves com juros mais baixos que os do mercado. É possível, porém, que sua receita de vendas caísse, caso tivesse que aumentar o preço de suas aeronaves devido a um aumento no custo deste tipo de financiamento. Isto teria como consequência um aumento do percentual da receita investido em DPP, uma diminuição do número de plataformas lançadas, e/ou uma redução no o custo dos seus projetos de plataformas.

A Sadia também é uma empresa com vocação exportadora, mas não atua num segmento estratégico como o de aviação, que é dominado por um pequeno número de

países, portanto tende a receber menos incentivos governamentais. No caso da Caloi, as exportações têm uma importância ainda menor.

#### 8.2.5 Tecnologias em DPP

A utilização de novas tecnologias também influi na complexidade dos projetos, pois a utilização de novas técnicas (como CAD e CAM, por exemplo) pode diminuir o investimento necessário para desenvolver uma plataforma (Thomke, 1999). Aliás, uma das hipóteses do modelo teórico, enunciada no capítulo de metodologia, é que o uso de tecnologias no período pesquisado tenha sido estável, ou seja, nenhuma grande inovação surgiu. Esta condição visa assegurar que o custo médio de uma nova plataforma tenha um valor coerente. Isto não quer dizer que inovações não tenham surgido, porém o ritmo destas inovações deve ser constante, e sem nenhuma mudança radical.

Nenhuma das três empresas nacionais passou a atuar em um setor industrial novo, e tudo indica que, no período pesquisado, tanto o setor de alimentos, quanto o aeronáutico e o de bicicletas tiveram uma certa estabilidade na evolução de tecnologias, e um *design* dominante ou arquitetura básica nos seus produtos (fenômeno estudado por Utterback, 1996). A figura 14 demonstra a evolução dos custos de novas plataformas nas empresas pesquisadas. É possível notar uma estabilidade nos custos na Caloi, um valor continuamente crescente na Embraer, e uma flutuação não muito grande, na Sadia, com valores acima e abaixo da média dos custos no período.

No caso da Caloi, poucas inovações ocorreram nos últimos anos. A área de desenvolvimento de produtos da empresa foi reduzida, depois da crise enfrentada em meados da década de 90, sua estrutura é extremamente enxuta e sua capacidade, limitada. A linha de bicicletas Pro, em especial a plataforma do modelo Black Widow, foi a única que teve mudanças mais importantes, em termos de *design*, testes de desempenho e de modelagem e de utilização de novos materiais. Esta plataforma, porém, não foi desenvolvida com a estrutura própria da empresa e, sim, por terceirização. Ou seja, a empresa não poderá utilizar as novas tecnologias que foram aplicadas neste projeto em projetos futuros, de forma independente. Isso confirma a idéia de que a complexidade de seus projetos não poderá ser modificada (aperfeiçoada), a menos que a empresa faça novos investimentos na sua estrutura de DPP. O custo de cada plataforma da Caloi não foi exatamente o mesmo, mas variou pouco, de acordo com as informações

colhidas nas entrevistas. Como a empresa não contabiliza o valor de cada projeto separadamente, estimou-se um custo médio constante por plataforma (figura 14).

Nos últimos anos, a Sadia utilizou novas tecnologias na produção de alimentos, como, por exemplo, nas técnicas de embalagem e na aquisição de equipamentos mais modernos, mas o processo de DPP não teve alterações radicais em termos tecnológicos, como pôde ser confirmado nas entrevistas realizadas. O custo das novas plataformas sofreu alterações, não muito grandes, ao longo do tempo, e isso ocorreu principalmente devido a alguns projetos terem utilizado unidades fabris já existentes e outros não, e também devido a um maior investimento em *marketing* em algumas famílias de produtos. Além disso, os equipamentos necessários à produção (ferramental, ativos fixos, etc) são diferentes para cada plataforma. As máquinas utilizadas no processamento de carnes defumadas e presuntos, por exemplo, são bastante diferentes das utilizadas na fabricação de pratos prontos, como massas e sobremesas. Isto, porém, não quer dizer que cada nova plataforma criada tenha utilizado tecnologias radicalmente diferentes das anteriores.

A Embraer é uma empresa que, ao longo das décadas, tem evoluído constantemente em termos de utilização de novas tecnologias, porém não houve uma inovação tecnológica radical, nos últimos 15 anos. O projeto da família ERJ-145 utilizou tecnologias inéditas, como *mock-up* eletrônico, e o projeto não concluído do avião Vector marcou o início da utilização de ferramentas computadorizadas de *design* (CAD/CAM). Não foi possível fazer uma estimativa da redução de custos decorrente das inovações tecnológicas que ocorreram no período pesquisado; porém, apesar de a família EMB-170 ter demandado investimentos maiores que os da família ERJ-145, da ordem de 100%, certamente os benefícios gerados pelas novas tecnologias auxiliaram a empresa na viabilização de um projeto de porte sensivelmente maior do que todos os que tinham sido desenvolvidos anteriormente. A família de aviões EMB-170 tem capacidade de até 110 passageiros, mais do que o dobro da capacidade da família ERJ-145. O crescente custo do desenvolvimento de plataformas na Embraer, pode, portanto, ser explicado principalmente pela dimensão dos projetos em que a empresa se concentrou nos últimos anos, e não por alterações radicais na utilização de tecnologias. A família ERJ-145 contém aeronaves de maior porte que o Vector, e a família EMB-170, por sua vez, contém aeronaves maiores que as da família ERJ-145. Apesar de novas tecnologias terem sido usadas nos três projetos, a arquitetura básica das aeronaves é a mesma, são todos modelos de jatos com duas asas, e com *designs* que não diferem radicalmente

entre si. A figura abaixo mostra o custo, por assento, dos projetos de aeronaves da Embraer. O número de assentos de cada família de aeronaves foi estimado através da uma média do número de assentos de todos os modelos que integram a família. Não foi estimado o custo para o projeto da aeronave Vector, pois o mesmo não foi totalmente finalizado. O custo, por assento, da família 145 foi de US\$ 9,04 milhões, e o da família 170 foi de US\$ 9,16 milhões. Esta semelhança nos valores confirma que houve uma proporcionalidade no valor investido, em relação ao número de assentos destas famílias.

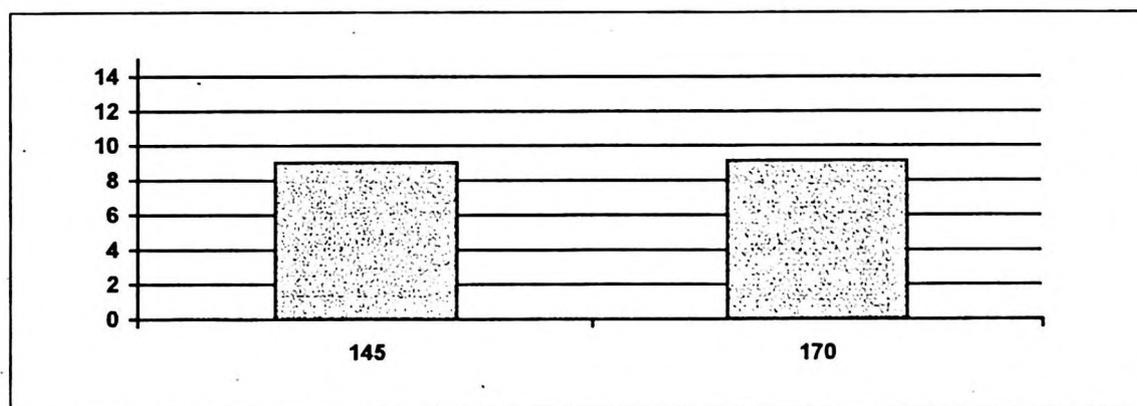


Figura 13: Custo por assento nas famílias de aeronaves da Embraer (US\$ milhões)

O tipo de tecnologia utilizado no DPP, por influir no custo total dos projetos, também influencia o custo final dos produtos e pode ter reflexos sobre a lucratividade das empresas. A Embraer é, das três empresas nacionais, a que utiliza tecnologias mais caras e de ponta, e isso pode explicar, em parte, o alto percentual da receita que mesma aplica em desenvolvimento. A Caloi e a Sadia, que utilizam tecnologias mais simples, não precisam investir tanto. A Embraer procura se dedicar às atividades mais nobres de projeto, desenvolvimento, engenharia de sistemas e integração. No seu segmento de aeronaves regionais, em relação às suas concorrentes diretas, a empresa encontra-se atualizada e sintonizada com as melhores práticas mundiais, dispondo de 106 máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado e onze centros de usinagem de controle numérico. O parque informático é composto de cerca de 1360 microcomputadores modernos, sendo 211 dedicados à CAD/CAE (Bernardes, 2000).

Não foi possível estimar, com base nos dados colhidos na pesquisa de campo, a economia nos investimentos em DPP das três empresas, em função da utilização de novas tecnologias.

#### 8.2.6 Sistema de gerenciamento em DPP

O sistema de gerenciamento do DPP de uma empresa também é um fator importante a ser analisado. Quanto mais eficiente for o processo de desenvolvimento de produtos, menor terá que ser o valor investido num determinado projeto (menor complexidade), e mais famílias ou plataformas poderão ser lançadas para um mesmo valor investido. A empresa poderia, também, realizar o mesmo número de lançamentos previsto, porém destinando um percentual menor de sua receita ao desenvolvimento.

A forma de organizar os grupos de desenvolvimento reflete a escala dos investimentos realizados pelas empresas. A Embraer tem atualmente uma estrutura matricial pesada, com diversas áreas da empresa interagindo intensamente e de forma estruturada. Um grande projeto domina os investimentos em novos produtos, resultando num modo centralizado de gerenciamento e no envolvimento direto da alta direção na formulação e aprovação desses investimentos. Já a Caloi, com projetos de desenvolvimento bem menos complexos, tem uma estrutura simples e enxuta, sem grupos multifuncionais. A empresa aparenta praticar um modo descentralizado na gestão de um maior número de pequenos projetos. Na Sadia, a gestão das plataformas é centralizada na Diretoria de Desenvolvimento de Processos e Produtos (DDPP), e tem como principais clientes as áreas de *Marketing* das diversas unidades fabris. A Sadia apresenta uma situação intermediária em que algumas poucas plataformas podem ser atribuição de programas estratégicos, que também cuidam dos muitos produtos derivados de sua plataforma. Parece ser um caso do modo participativo.

Estes três modos de organização (descentralizado, participativo e centralizado), idealizados por Nascimento (2002) e apresentados no capítulo de fundamentos conceituais, estão diretamente relacionados à magnitude dos projetos que, por sua vez, são determinados pelo segmento industrial de cada empresa. Uma estimativa dos benefícios de uma estrutura mais eficiente seria possível se fossem comparadas empresas do mesmo setor industrial, como no estudo de Clark e Fujimoto (1991). Os dois autores mostraram as diferenças no desempenho em DPP e em outros indicadores, nas empresas

americanas, japonesas e europeias do setor automobilístico. Esta ênfase de pesquisa, num mesmo setor, é uma das possibilidades de expansão do presente trabalho, discutida no capítulo de conclusões e recomendações.

Quanto à aprendizagem ao longo do tempo, durante os projetos realizados, foi apurado nas entrevistas que a Embraer se beneficia do fato de fabricar produtos cujas tecnologias principais são semelhantes, que compartilham de técnicas que foram utilizadas em projetos anteriores. A empresa vem aperfeiçoando estas tecnologias há décadas, de forma bastante sistematizada, e seus projetos têm sofrido constante evolução. Nos últimos anos, a Embraer tem sido cada vez mais ousada ao desenvolver novas plataformas com custos crescentes (conforme demonstrado na figura 14), e tem sido bem sucedida, conquistando novos mercados para seus produtos. A cada novo projeto de plataforma, a Embraer vem alterando sua estrutura de desenvolvimento. A família ERJ-145 introduziu o conceito de engenharia simultânea e, com a família EMB-170, a empresa passou a utilizar uma estrutura matricial pesada.

Já a Caloi, com uma estrutura de desenvolvimento extremamente reduzida, parece enfrentar um período de estagnação na área de DPP. A estrutura de sua área de desenvolvimento sofreu poucas alterações, fato este que foi compensado em parte pelo desenvolvimento e fabricação terceirizadas das plataformas de equipamentos de ginástica, de acessórios esportivos e da requintada bicicleta Black Widow.

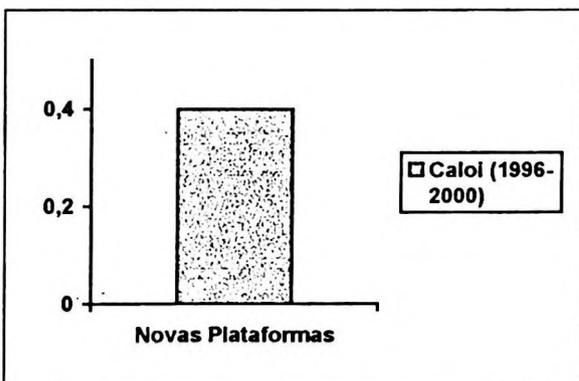
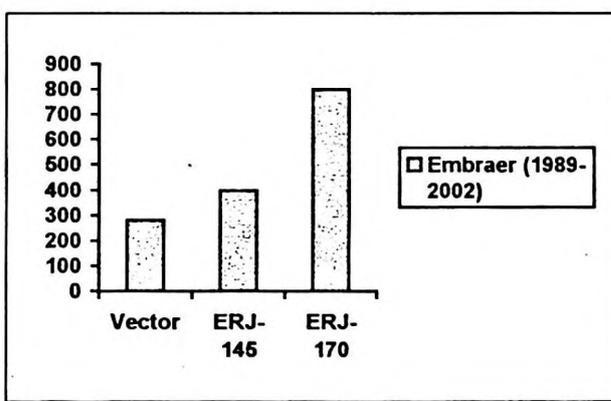
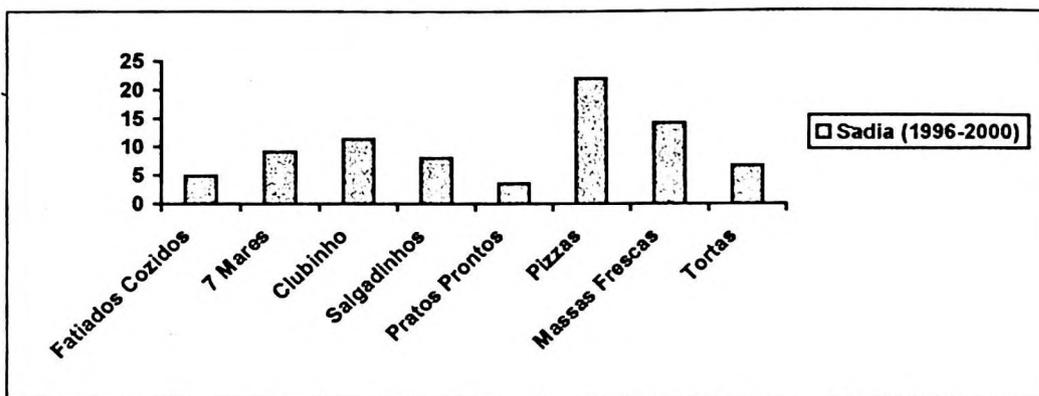


Figura 14: Evolução dos investimentos nos projetos de plataformas da Sadia, Embraer e Caloi. (valores em US\$ milhões)

A Sadia também investe uma pequena parcela de seu faturamento em novas plataformas (1,68%), mas possui uma estrutura de gerenciamento mais complexa e muito

mais aperfeiçoada que a da Caloi. A implantação recente de uma estrutura multifuncional e matricial possibilitou uma maior difusão dos conhecimentos na empresa e a integração de grupos de desenvolvimento que atuam em diferentes localidades do país. O custo dos seus projetos de desenvolvimento oscilou no período, mas sem demonstrar nenhuma tendência clara de crescimento ou diminuição. As variações nos custos dos projetos das três empresas podem ser explicadas pelas condições do setor industrial e do mercado em que elas atuam (discutidas no item anterior, de estratégia em DPP).

### **8.3 Conclusões**

Neste capítulo foi feita uma análise cruzada dos resultados da pesquisa. Esta análise incluiu a comparação dos resultados obtidos com o modelo teórico de Yu e nascimento (2000), e uma análise qualitativa dos fatores que podem exercer influência sobre as variáveis do modelo, para cada empresa nacional pesquisada. No capítulo seguinte, de conclusões finais e sugestões, é feito um resumo dos resultados e são apresentadas as contribuições da pesquisa, tanto para o meio acadêmico quanto para as empresas. São sugeridas também, idéias para novas pesquisas.

## CAPÍTULO 9

### CONCLUSÕES FINAIS E SUGESTÕES

O presente trabalho teve como principal objetivo testar empiricamente uma relação teórica entre a complexidade de projetos de desenvolvimento e a capacidade de lançar plataformas de produtos em empresas (ou divisões de empresas) que atuam em um único segmento industrial. Esta relação, representada no modelo teórico de Yu e Nascimento (1999), estabelece que um aumento da complexidade dos projetos de desenvolvimento de produtos implica redução da capacidade de lançar plataformas, e vice-versa, se houver uma mesma proporção de faturamento alocada às atividades de desenvolvimento de produtos.

O trabalho buscou contribuir para a literatura de gestão de desenvolvimento de produtos e para os estudos sobre a estratégia de desenvolvimento de novos produtos. Como Yu e Nascimento (1999, 2000 e 2002) apontaram que composição da carteira de projetos de desenvolvimento de produtos determina em grande parte o tipo do sistema de gestão mais adequado para o desenvolvimento e reflete a estratégia da empresa para o lançamento de novos produtos, o entendimento das forças que moldam esta composição é muito relevante para os estudiosos e os executivos preocupados com este aspecto chave de administração.

A idéia implícita no modelo teórico dos dois autores é a de que os projetos mais complexos, de empresas com sistemas de gestão centralizados, são em menor número do que os projetos de menor porte (menos complexos), de empresas com sistemas de gestão descentralizados. Ou seja, em empresas com receitas e porcentuais da receita investidos em DPP semelhantes, aquela que tem projetos mais complexos tenderá a realizar menos lançamentos do que a que tem projetos menos complexos.

Seis empresas foram estudadas, para testar a hipótese proposta. Três delas são empresas brasileiras (Embraer, Sadia e Caloi), e três, americanas (Boeing, Diebold e Intel). Foi realizada uma revisão da literatura, direcionada aos objetivos da pesquisa, que detalhou e expandiu os conceitos mais importantes à mesma, e ajudou a estabelecer as restrições para que a relação teórica se estabelecesse na prática. Foi definida também uma metodologia de coleta de dados, adaptada à realidade das empresas brasileiras e à disponibilidade de informações sobre as mesmas. Nas três empresas nacionais que foram

estudadas foi possível fazer uma análise mais aprofundada, devido à maior quantidade de informações disponíveis.

Foram apresentados os resultados deste estudo, que confirmaram a hipótese inicial: quanto mais complexo o processo de desenvolvimento de produtos de um segmento industrial, menor será o número de lançamentos de produtos novos por faturamento da empresa. A empresa Embraer, que desenvolve famílias de produtos de maior complexidade, demonstrou ter menos capacidade de realizar lançamentos, por unidade de sua receita, do que a Caloi, que desenvolve projetos bem menos complexos. A Sadia se situou num ponto intermediário, entre as duas empresas, em termos de complexidade dos projetos e da capacidade de fazer lançamentos.

Como a pesquisa é de natureza exploratória, e a amostra não é representativa, não foi possível estender estas conclusões para toda a população, ou seja, para todas as empresas industriais de grande porte do Brasil.

## **9.1 Contribuições**

Os resultados obtidos na pesquisa podem ser utilizados de várias formas, tanto por empresas ou praticantes, quanto pelo meio acadêmico.

As contribuições da pesquisa para o meio acadêmico são variadas. A principal contribuição foi a confirmação da relação entre a complexidade de projetos de desenvolvimento e a capacidade de realizar lançamentos de novas plataformas, expandindo e aperfeiçoando, desta forma, a pesquisa de Yu e Nascimento (2000). Foi desenvolvida uma metodologia específica para determinar os custos de plataformas, e foi criado um novo conceito de plataforma de produtos.

Além disso, os resultados obtidos na pesquisa podem auxiliar os estudiosos, em sistemas de desenvolvimento de produtos, a melhor entender as forças que moldam a composição da carteira de projetos de desenvolvimento de produtos. Além disso, os estudos de caso gerados por esta pesquisa descrevem o processo de DPP nas empresas, contribuindo para a escassa literatura nacional desta área.

A presente pesquisa apresenta um resumo dos conceitos e métodos existentes para avaliar o desempenho e a complexidade nos projetos de plataforma, e faz uso de um método específico, contribuindo assim para a literatura que aborda as vantagens da estratégia de DPP utilizando plataformas.

Outra contribuição para o meio acadêmico é a metodologia totalmente inovadora para identificar plataformas ou famílias de produtos nas empresas, apresentada neste trabalho. Este conceito de plataforma, mais amplo, possibilita definir plataformas na carteira de produtos de diferentes tipos de empresa industrial, é possivelmente nas empresas de serviços. É um conceito que pode servir como mais uma ferramenta na análise do DPP nas empresas, por parte de outros pesquisadores. Em empresas nas quais a definição “clássica” de plataforma não permite a identificação das mesmas, como no caso da Natura e da Sadia, por exemplo, o novo conceito de plataforma constitui uma ferramenta de grande utilidade.

Já as empresas podem utilizar os resultados obtidos para subsidiar o planejamento da sua estratégia de desenvolvimento de produtos: variar a alocação de recursos para PD&E e/ou incrementar a competência do sistema de desenvolvimento. O modelo teórico de Yu e Nascimento (2000) possibilita avaliar o efeito que variações em uma ou mais de suas quatro variáveis exercem sobre as outras. Uma determinada empresa pode, por exemplo, alocar mais faturamento para o DPP e/ou reduzir o custo de desenvolver uma plataforma, visando aumentar a capacidade normalizada de lançar plataformas. Além disso, ele possibilita prever as alterações nas carteiras de projetos de desenvolvimento de uma empresa, em função de alterações esperadas ou planejadas no faturamento e no valor investido no DPP. O modelo também permite o estabelecimento de limites superiores para o desempenho em lançamento de novas plataformas, ou seja, quantas plataformas determinada empresa pode lançar num período, considerando uma determinada receita, o custo médio de uma plataforma e o percentual da receita que é investido em desenvolvimento.

Esta pesquisa também demonstrou fraquezas dos sistemas de controle gerencial para o DPP, e pode contribuir para empresas que desejam aperfeiçoar estes sistemas. No estudo da amostra escolhida, em especial nas empresas candidatas que acabaram por ser descartadas, e nas empresas com projetos de menor complexidade, os dados sobre custos de DPP eram raramente alocados aos projetos de produtos específicos. Mesmo quando os dados destes custos são apurados, eles frequentemente são mantidos apenas para projetos específicos da empresa. Como os melhoramentos em plataformas existentes e os produtos individuais são geralmente o resultado de múltiplos projetos de P&D específicos, os analistas precisam alocar estes dados para plataformas e produtos, num esforço não sistemático de coleta de dados para fins gerenciais. A utilização de um

sistema de coleta de dados padronizado e mais completo, que utilize o conceito de plataformas, semelhante ao que foi utilizado nesta pesquisa para determinar o custo das mesmas, pode constituir uma vantagem gerencial para muitas empresas.

Há ainda outra contribuição da pesquisa para as empresas. Este estudo apresenta três empresas brasileiras com características bem distintas quanto ao tipo de gestão de DPP, que se encaixam nos três modos de gestão definidos por Nascimento e Yu (2002) como participativo, centralizado e descentralizado. Ao conhecer as características dos diferentes tipos de gestão, e as condições nas quais cada tipo é mais adequado, uma empresa pode reformular a sua própria estrutura de DPP, adequando-a às suas necessidades e características. Isto pode acelerar o processo de difusão de conhecimento e das inovações, gerando ganhos técnicos, econômicos e sociais.

Como um todo, este trabalho faz uma contribuição significativa para a literatura focada na gestão de desenvolvimento de produtos, em especial quanto à estratégia de desenvolvimento de novos produtos e à definição e análise de famílias de produtos ou plataformas. O autor espera que os seus resultados e contribuições sejam utilizados no trabalho de outros pesquisadores da área. O trabalho dos mesmos é de crucial importância para a indústria, atualmente.

## 9.2 Sugestões para pesquisas futuras

Uma possível modalidade de pesquisa, que não foi explorada neste trabalho, é a análise de empresas de um mesmo setor que desenvolvem projetos de complexidade semelhante. Apesar de a Embraer e a Boeing atuarem no mesmo mercado, os nichos em que se situam implicaram o desenvolvimento de produtos com complexidades notadamente desiguais. Uma análise deste tipo possibilitaria determinar, com mais precisão, os efeitos que fatores como concorrência e estratégia de investimentos em DPP exercem sobre o desempenho em lançamentos de novos produtos. Clark e Fujimoto (1991), por exemplo, pesquisaram o desempenho em um setor específico (automotivo), porém com uma abordagem diferente, com foco no produto e não no sistema de DPP como um todo. Além disso, a análise do desempenho se concentrou no custo, estimado pelo número de horas de engenharia, e no *lead-time* dos projetos de produtos individuais, e não na capacidade de realizar lançamentos do sistema.

Uma segunda possibilidade de pesquisa é o estudo dos efeitos da indução à inovação e dos incentivos governamentais sobre a capacidade das empresas em realizar lançamentos, e sobre a complexidade dos projetos de plataformas. Esta análise foi feita de forma superficial nesta pesquisa, devido à dificuldade encontrada na obtenção de informações.

Uma terceira possibilidade de pesquisa seria o estudo dos benefícios das parcerias de risco para o desenvolvimento de produtos. Este tipo de parceria é uma tendência mundial em empresas de diversos setores, como o aeronáutico, por exemplo, e os *insights* gerados neste trabalho (baseados na análise do modelo teórico de Yu e Nascimento, 1999) podem servir como ponto de partida para uma análise mais aprofundada.

Outra possibilidade de pesquisa seria a realização de um estudo mais abrangente em termos de amostragem e, por fim, uma quinta possibilidade seria o estudo de empresas de setores diferentes, mas com projetos de complexidade semelhante. Os diferentes percentuais de suas receitas destinados ao desenvolvimento revelariam diferentes configurações da concorrência que enfrentam, e da estratégia de lançamentos que adotaram (mais ou menos agressivas). Por exemplo, duas empresas que desenvolvem projetos de custo médio de 20 milhões de dólares podem destinar mais ou menos recursos ao DPP, obtendo desta forma um desempenho diferenciado, considerando que suas receitas sejam semelhantes; estas diferenças no desempenho poderiam ser explicadas pela necessidade de atender a diferentes condições de mercado e de concorrência, e de seguir a estratégia de lançamentos determinada pela sua diretoria/presidência.

Uma pesquisa deste tipo poderia, portanto, estabelecer relações empíricas entre as duas principais variáveis estudadas (complexidade dos projetos e capacidade normalizada de realizar lançamentos) e outras variáveis, associadas ao uso de novas tecnologias, ao nível de concorrência enfrentada, às condições de indução à inovação e à estratégia em DPP das empresas. Novos critérios teriam que ser estabelecidos para determinar as dimensões dessas variáveis, e a amostragem da pesquisa teria que ser maior.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABERNATHY, W.J. e UTTERBACK, J.M. (1978): "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, v.80, n.7.
- ABRACICLO (Assoc. Brasileira dos Fabric. de Motocicletas, Motonetas, Ciclomotores e Bicicletas): dados do setor disponíveis no *site* [www.abraciclo.com.br](http://www.abraciclo.com.br).
- ANSOFF, I. H. (1965): "*Corporate Strategy*", Mc-Graw-Hill, NY
- ANSOFF, I. H. E STUART, J.M.(1967): "*Strategies for a Technology-based Business.*", *Harvard Business Review* 10-22.
- AEROBUSINESS (2001) - *Site* dos profissionais de aviação, matéria publicada: [http://www.aerobusiness.biz/materias.php?cd\\_secao=209&rnd=2492](http://www.aerobusiness.biz/materias.php?cd_secao=209&rnd=2492)
- ARCHIBUGI, D., EVANGELISTA, R. E SIMONETTI, R. (1993): "*Concentration, Firm Size, and Innovation: Evidence from Innovation Costs*", Discussion Paper Nº 9, SPRU, University of Sussex, November
- BARCZAK, G. (1995): "*New Product Strategy, Structure, Process, and Performance in the Telecommunications Industry*", *J. Prod. Innov. Manag.*; 12:224-234
- BARNETT, W.P. E FREEMAN, J. (2001): "*Too Much of a Good Thing? Product Proliferation and Organizational Failure*", *Organizational Science*, vol.12, no 5, pp 539-558
- BECKER, M. A. (1986): "*O Custo de Recursos Domésticos Aplicados ao Caso de Programas Realizados na Industria Aeronáutica Brasileira*", dissertação de mestrado. São José dos Campos: ITA
- BERNARDES, R. (2000): "*Embraer: Elos entre Estado e Mercado*", Ed. Hucitec.
- BOLETIM DA UNIÃO EUROPÉIA (1997): "*Boeing/McDonnell Douglas*", <http://europa.eu.int/abc/doc/off/bull/pt/9703/p103036.htm>
- BROWN, S. L. E EISENHARDT, K.M.: "Product development: Past Research, present findings, and future directions", *Acad. Manag. Review*, vol.20, n.2, 343-378.
- BUSINESS WEEK (1992): "*Inside Intel*". Junho 1: 86-90, 92, 94.
- CAMARGO, A.S.J. *et alli* (2001): "*Desenvolvimento de Produtos e Processos: Um Estudo de Caso do EMB-170*", Anais do V Semead-FEA-USP
- CONTADOR, J. C. (1996): "*Modelo para aumentar a competitividade industrial : a transição para a gestão participativa*". São Paulo : Ed. Blücher.

- COOK, J.; GEORFIADIS, P. A.: “*It’s Time to Focus on Product Development*”. The McKinse’s Quarterly, n.2, p.91-99, 1997.
- COOPER, EDGETT, S.J. E KLEINSCHMIDT, E.J. (1998): “*Portfolio Management for New Products*”, Reading, MA, Addison – Wesley
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. ; KLEINSCHMIDT, E.J (2000): “*New Problems, new solutions: Making portfolio management more effective*” Research - Technology Management, v.43, n.2, p.18-33, March/April,
- CLARK, K. B. E FUJIMOTO, T. (1991): “*Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*”, Boston, MA, Harvard Business School Press
- CLARK, K.B. E WHEELWRIGHT, S.C. (1993): “*Managing New Product and Process Development*”, NY: Free Press
- DAGNINO, R. (1993): “*A Industria Aeronáutica – Estudo da Competitividade da Industria Brasileira*”, Campinas: IE/Unicamp/MCT/Finep/PACDT
- EISENHARDT, K.M. E TABRIZI, B. (1995): “*Accelerating adaptative processes: Product innovation in the global computer industry.*” Administrative Science Quarterly n.2/3.
- FIPECAFI (1995): “Manual de Contabilidade das Sociedades por Ações”, Ed. Atlas, 4ª. Edição.
- FIGUEIREDO, P.S., BARBEDO, E. e SENO, J. P., (2002): “*Integração Funcional no Desenvolvimento de Produtos e Processos:O Caso da Linha de Caminhões Médios e Pesados da Daimler Chrysler do Brasil*”, Anais do XXII Simpósio de Inovação Tecnológica, Anpad, Salvador-Ba.
- FIRTH, R.W. E NARAYANAN, V.K. (1996): “*New Product Strategy of Large, Dominant Product Manufacturing Firms: An Exploratory Analysis*”, J. Prod. Innov. Manag.; 13:334-347
- FRIZELLE, G. E WOODCOCK, E. (1995): “*Measuring Complexity as an Aid to Developing Operational Strategy*”, International Journal of Operations & Production Management, vol. 15, iss.5
- GATIGNON, TUSHMAN, SMITH AND ANDERSON (2002): “*A Structural Approach to Assessing Innovation*”. Management Science, Vol. 48, n.9, 1103-1122

- GONZALEZ-ZUGASTI, J. P. (1999): "*Assessing Value for Product Family Design and Selection*", Proceedings of the 25th Design Automation Conference –ASME, Las Vegas, Nevada, DETC99/DAC-8613
- GONZALEZ-ZUGASTI, J., OTTO, K. E BAKER, J.,(1998) "*A Method for Architecting Product Platforms with an Application to the Design of Interplanetary Spacecraft*", DETC98/DAC-5608, Proceedings of the DETC, 1998, Atlanta, Georgia, USA.
- GRIFFIN, A. (1997): "*The Effect of Project and Process Characteristics on Product Development Cycle Time*", J. Marketing Res. 34 (fev.) 24-35
- GUPTA, S., KRISHNAN, V.(1999): "*Integrated Component and Supplier Selection for a Product Family*", Production and Oper. Management 8(2) 163-181
- HAGEL III, J. (1988): "*Managing Complexity*", The McKinsey Quarterly, Spring, 2-23
- HAX, A.C. e MAJLUF, N.S. (1996) : "*The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach*" Ed. Prentice Hall.
- HENDERSON, K. CLARK. 1990. "*Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of existing firms*". Adm. Sci. Quarterly. 35, 9-30
- HO, T., TANG, C.(1998):"*Managing Product Variety*", Kluwer Academic Publishers, Boston, M.A.
- HOBDAY, M. (1998): "*Product Complexity, Innovation and Industrial Organization*", Research Policy, 26 689-710
- IANSITI, M. (1998): "*Technology Integration: Making Critical Choices in a Dynamic World*". Boston, MA, Harvard Business School Press
- \_\_\_\_\_, K. CLARK (1994): "*Integration and Dinamic Capability: Evidence from Product Development in Automobiles and Mainframe Computers*", Indust. And Corporate Change 3(3) 557-605
- KETTERINGHAM, J. e WHITE, J. (1984): "*Making technology work for business.*" *Competitive Strategic Management*, Prentice Hall
- KHURANA, A. (1999): "*Managing Complex Production Processes*", Sloan Management Review, Winter, p 85 – 97
- KOTA, S. E SETHURAMAN, K. (1998): "*Managing Variety In Product Families Through Design for Commonality*", Proceedings of DETC98, Atlanta, Geórgia.

- KUROKAWA, S.(1997): "*Make-or-Buy Decisions in R&D: Small Technology Based Firms in the US and Japan*", IEEE transactions on engineering management (44:2); 124-134.
- KRISHNAN, V. e GUPTA, S. (2001): "*Appropriateness and Impact of Platform-Based Product Development*", Management Science, vol. 47, n.1.
- KRISHNAN, V. e ULRICH, K.T. (2001): "*Product Development Decisions: A Review of The Literature*", Management Science, vol. 47, n.1.
- LANCASTER, K. (1990): "*The economics of Product Variety –A survey*". Marketing Science 9 (summer);189-206
- LOPES, R.(1994): "*Rede de Intrigas: Os bastidores do Fracasso da Industria Bélica no Brasil*", Ed. Record
- LAKATOS, E.M. E MARCONI, M.de A.(1991): "*Metodologia Científica*", Ed. Atlas, 2.edição,
- LANCASTER, K. (1990): "*The Economics of Product Variety- A Survey.*", marketing Sci. 9(summer) 189-206
- MANSFIELD, M.V., WAGNER, K(1975): "*Organizational and Strategic factors Associated with Probabilities of Success in Industrial R&D*", J. Bus. 48 179-198
- MARTIN, M. e ISHII, K. (1997): "*Design for Variety: Development of Complexity Indices and Design Charts*", Proceedings of the ASME Conferences
- MATTAR, FAUZE, N. E SANTOS, D. G. (1999): "*Gerência de Produtos: Como Tornar seu Produto um Sucesso*", Editora Atlas
- MEYER, M. e DALAL, D. (2001): "*managing platform architectures and manufacturing processes for nonassembled products*", Journal of Product Innovation Management, 19; 277-293.
- MEYER M. e DETORE, A. (1999): "*Product development for services*". Academy of Management Executive; (3:3):64-76.
- MEYER, M. E LEHNERD, A. (1997): "*The Power of Product Platforms*", The Free Press, NY
- MEYER, M. , TERTZAKIAN, P. e UTTERBACK, J. (1997): "*Metrics for managing product development within a product family context*", Management Science; (43:1):88-111.
- MEYER, M. e MUGGE, P. (2001): "*Make platform innovation drive business growth*", Research Technology Management, january-february; 25-39.

- MEYER M. e SELLINGER, R. (1998): "*Product platforms in software development*", Sloan Management review; (40:1):61-74.
- MONTOYA, C. (2000): "*Brasil-Autopeças e Veículos: Bicicletas e motocicletas*", <http://www.lafis.com.br/Lafis2000/portugues/relatorios/portugues/demosetorp.doc>
- NASCIMENTO, P.T. E YU, A.S.O. (1999): "*Três Modos de Administrar o Desenvolvimento de Produtos*", artigo apresentado em BALAS, New Orleans.
- NASCIMENTO, P.T. E FERRAZ, F.C. (2000): "*Akros: a subcontratação do desenvolvimento de produtos*", artigo apresentado no XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica em São Paulo-SP
- NASCIMENTO, P.T., MARX, HERMANN (2001): "*O Sistema de Inovação da Natura*", anais do V Semead, FEA-USP.
- NASCIMENTO, P.T E YU, A.S.O. (2002): "*Embraer, Natura e Daimler Chrysler do Brasil: Três Modos de Gerir o Desenvolvimento de Produtos*"
- PISANO, G.(1997): "*R & D Performance, Collaborative Arrangements and the Market-for-Know-How: A Test of the 'Lemons' Hypothesis in Biotechnology*" Harvard Business School Working Paper 97-105, Julho.
- PORTER, M.E. (1980): "*Competitive Strategy*", New York: The Free Press.
- PUTNAM, L. H. (1978): "*A General Empirical Solution in the Macro Software Sizing and Estimating Problem*", IEEE Transactions on Software Engineering, July
- ROBERTSON, D. E ULRICH (1998): "*Planning for product Platforms*", Sloan management Review 39 19-31
- ROMANO, M. (2002): "*Avaliação e Priorização de Projetos: Uma Experiência na Indústria de Alimentos*", anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica PGT-FEA, realizado em Salvador-BA
- RUTEMBERG, D.P. (1969): "*Design Commonality to Reduce Multi-Item Inventory: Optimal Depth of a Product Line.*", management Sci. 15 491-509
- SANDERSON, S. e UZUMERI, V.: "*Design-Based Incrementalism; The Walkman*" renselaer Polytechnic Institute, 1990
- SANDERSON, S. e UZUMERI, V: "*Managing Product Families*". Chicago: Irwin, 1997
- SBRAGIA, R. (2000): "*The interface between project managers and functional managers in matrix organized product development projects*", Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Management of Technology.

- TECHNOLOGY REVIEW (2002): "*The Corporate Research and Development Scorecard*", nov/dez, pg.66-70
- TOLEDO, J.C.; MARTINS, M.F.et alli(2001): "*Gestão do processo de desenvolvimento de produto na indústria Brasileira de autopeças: práticas correntes e principais problemas*", Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, SC,(CD-ROM)
- THE ECONOMIST (1998): "*Gillette: Taking it on the Chin*", April 18, pg. 60-61
- THOMKE, S. E HOLZNER, M. (1999): "*The Crash In The Machine*", Scientific American Ed. March 1999, pages 72-77
- ULRICH, K. T. E EPPINGER, S.D.(1995): "*Product Design and Development*", Mc Graw-Hill, Segunda edição.
- ULRICH, K.T. e ELLISON, D.E. (1998): "*Beyond make-buy: internalization and integration of design and production.*" Working paper, Department of Operations and Information Management. The Wharton School, Philadelphia, PA.
- UTTERBACK , JAMES M. (1996): "*Mastering the Dynamics of Innovation*": Harvard Business School Press
- UTTERBACK , JAMES M. (1978):"*Management of Technology*", em "Studies in Operations Management", North Holland Publishing.
- VERGARA, S. C(1997): "*Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*". São Paulo. Ed. Atlas
- YIN, R.K. E HEALD, K.A. (1975): "*Using the Case Survey Method to Analyze Policy Studies*". Administrative Science Quarterly, pp.371-381
- YU, A.S.O., NASCIMENTO, P.T. (2000): "*Complexidade de Desenvolvimento e Desempenho no lançamento de Novos Produtos*", Anais do XXI Simpósio de Inovação Tecnológica, São Paulo-SP
- YU, A.S.O., NASCIMENTO, P.T. (1999): "*The Management of Product Development Projects: The Cases of Embraer and Natura*"

## **ANEXOS**

### **1. Questionário**

# **PESQUISA SOBRE DESENVOLVIMENTO E NOVOS PRODUTOS E PROCESSOS**

## ***Instrumento de Coleta de Dados***

Obs: O questionário pede os valores somados para todos os anos do período, mas na prática é mais vantajoso obter os dados para cada ano individualmente, inclusive porque pode haver períodos (anos) intermediários em que as informações não estão todas disponíveis. Na apresentação do trabalho, os valores serão somados.

## APRESENTAÇÃO

O presente instrumento foi desenvolvido para permitir a coleta de informações para uma pesquisa que servirá de base para uma dissertação de mestrado na Faculdade de Administração-FEA da Universidade de São Paulo. Este questionário foi baseado no formulário da ANPEI, e a maioria de seus campos e metodologias de preenchimento seguem os mesmos parâmetros desta instituição. O objetivo é facilitar o preenchimento por parte das empresas que são respondentes da ANPEI, e que podem consultar os formulários que já foram preenchidos anteriormente para obter os dados necessários.

O instrumento é constituído por:

- Instruções de Preenchimento;
- Questionário

Recomenda-se a leitura atenta das instruções durante o preenchimento do Informe, pois as mesmas definem e esclarecem os termos utilizados. Os dados devem refletir a realidade das empresas, não sendo imprescindível que coincidam com os valores expressos nos demonstrativos contábeis. Quando não houver possibilidade de apuração dos dados, segundo as diretrizes contidas nas instruções, utilizar estimativas consideradas aceitáveis. Coloque "ND" (Não Disponível) quando o dado não puder ser nem ao menos estimado.

As empresas que responderem a este instrumento não serão identificadas na pesquisa. Os dados colhidos serão apresentados apenas com a indicação do setor a qual a empresa pertence.

**Muito Importante: todos os valores monetários devem ser expressos em reais (RS).**

Necessitando esclarecimentos adicionais, contate-nos através do telefone:(11)3884-7265. E-mail: figueiredops@hotmail.com

Agradecemos antecipadamente sua colaboração. Uma pesquisa confiável se faz com sua participação.

### INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

#### BLOCO A: IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA (Pág. 1)

##### 1: PRINCIPAL SUBSETOR DE ATIVIDADE (desnecessário)

##### 2: MODIFICAÇÕES NA EMPRESA

Segundo a lei número 6.404/76, as modificações nas sociedades comerciais podem ser de quatro tipos:

-Incorporação: Operação pela qual uma ou mais sociedades são absorvidas por outra, que lhes sucede em todos os direitos e obrigações.

-Fusão: É a operação pela qual se unem duas ou mais sociedades para formar sociedade nova, que lhes sucederá em todos os direitos e obrigações

-Cisão: Operação pela qual a companhia transfere parcelas de seu patrimônio para uma ou mais sociedades, constituídas para esse fim ou já existentes, extinguindo-se a companhia cindida, se houver versão de todo o seu patrimônio, ou dividindo-se o seu capital, se parcial a versão.

#### BLOCO B: INDICADORES EMPRESARIAIS (Pág. 1)

##### B1: AUTO EXPLICATIVO

##### BLOCO C: DESPESAS COM CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Este Bloco refere-se somente às despesas de CUSTEIO, devendo os valores despendidos a título de INVESTIMENTOS constar do BLOCO D (itens D1, D2 e D3). O BLOCO C é constituído de quatro itens (C1, C2, C3 e C4), totalmente distintos entre si. Assim, os valores incluídos em um dos itens não podem estar incluídos nos demais.

##### C1: DESPESAS COM P&D NO PERÍODO

Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) compreende o trabalho criativo realizado numa base sistemática com a finalidade de aumentar o estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como proceder a sua aplicação para a solução de problemas práticos. Inclui a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental (vide, para esclarecimentos adicionais, detalhamento exposto abaixo).

Devem aqui ser registrados todos os gastos diretamente incorridos na execução destes tipos de atividades, incluindo:

- Gastos com salários e encargos sociais de pesquisadores, engenheiros, técnicos e pessoal de apoio técnico e administrativo;
- Depreciação de investimentos em edificações, terrenos, instalações e equipamentos, bem como amortização de investimentos em ativos intangíveis - amortização dos direitos sobre licenças para exploração de patentes; de direitos sobre licenças para uso de marcas relacionadas a novos produtos e processos; e outros do tipo -, desde que lançados no Ativo Diferido do balanço da empresa;
- Demais despesas necessárias à realização destes tipos de atividades, incluindo matérias primas, materiais de consumo, comunicação, transportes e outras.

##### C2: DESPESAS COM SERVIÇOS TECNOLÓGICOS NO PERÍODO

Compreendem as atividades que suportam a execução dos trabalhos de P&D. Portanto, devem ser registrados aqui todos os gastos incorridos na execução de

atividades ligadas a inspeção, ensaios, testes e análises técnicas, capacitação de recursos humanos para as atividades técnicas e científicas e outras similares

Algumas vezes, tais despesas, por serem parte integrante da fase de desenvolvimento de produtos e processos, já foram incluídas em P&D (item C1), a título de Desenvolvimento Experimental. Nesse caso, não considerá-las novamente.

### **C3: DESPESAS COM AQUISIÇÃO DE TECNOLOGIA NO PERÍODO**

É a soma dos gastos no período com:

- serviços de assistência técnica para as atividades de P&D;
- "royalties" decorrentes de licenças para uso de marcas e patentes;
- aquisição de programas de computador (cópia única);
- aquisição de direitos relacionados com novos produtos ou processos (desde que pagos integralmente no período);

Ressalte-se, portanto, que nesse campo **NÃO DEVEM SER INCLUÍDOS** os investimentos em ativos intangíveis destinados à capacitação tecnológica que foram lançados no Ativo Diferido do Balanço (vide item D2).

### **C4: DESPESAS COM ENGENHARIA NÃO ROTINEIRA NO PERÍODO**

São os gastos efetuados com atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação, envolvendo o desenvolvimento de produtos/processos. Inclui as seguintes atividades:

- o "design" (produção de planos e desenhos que especificam, técnica e operacionalmente, os elementos necessários à concepção, desenvolvimento, manufatura e comercialização de novos produtos e processos);
- o projeto, a confecção e as mudanças de ferramental a ser utilizado em novos produtos /processos;
- o estabelecimento de novos métodos e padrões de trabalho;
- os rearranjos de planta requeridos para implementação de novos produtos e processos.

Algumas vezes, tais despesas, por serem parte integrante da fase de desenvolvimento de produtos e processos, já foram incluídas em P&D (item C1), a título de Desenvolvimento Experimental. Nesse caso, não considerá-las novamente.

C5: Despesas com pesquisas de mercado e outras despesas de marketing relacionadas aos projetos de desenvolvimento de produtos

## **BLOCO D: INFRA-ESTRUTURA DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA E DE PRODUÇÃO**

### **D1: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS A CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**

Considerar o montante anual efetivamente desembolsado para aquisição de terrenos, instalações, máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos novos destinados às atividades de capacitação e inovação tecnológica da empresa.

### **D2: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS INTANGÍVEIS DESTINADOS A CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**

Considerar o montante efetivamente desembolsado a título de pagamento de (desde que esse montante tenha sido lançado no Ativo Diferido do Balanço da empresa):

- direitos sobre licenças para exploração de patentes;
- direitos sobre licenças para uso de marcas relacionadas a novos produtos e processos;
- contratos de fornecimento de tecnologia industrial.

Ressalte-se, portanto, que esse montante não deve ter sido lançado como Despesa em Aquisição de Tecnologia no período (vide item C3).

### **D3: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS**

Considerar o montante investido na construção de novas unidades fabris ou na modificações nas unidades existentes, com o objetivo específico de possibilitar a fabricação de novos produtos. Se estes investimentos já estiverem incluídos no item D1, favor não considerá-los novamente.

## **BLOCO E: ESFORÇO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

### **E1: NÚMERO DE NOVAS PLATAFORMAS OU FAMÍLIAS DE PRODUTOS CONCLUÍDAS NO PERÍODO**

Este número não representa quantos produtos novos foram desenvolvidos, mas sim quantas famílias de produtos surgiram no período.

Uma família reúne produtos com características e tecnologias em comum, que derivam de uma mesma plataforma, ou seja, são produtos com um conjunto de elementos, interfaces e/ou processos que são comuns a todos eles. Ex. A linha Palio da Fiat pode ser considerada uma família de produtos, pois compartilha de processos produtivos e de peças, porém o Volkswagen Golf não pode ser considerado da mesma família que o Gol, mesmo considerando as aparentes semelhanças destes dois carros.

Uma família inclui todos os produtos que são derivados dela. No caso de um produto não se encaixar em nenhuma das famílias existentes, ele mesmo deve ser considerado uma família ou plataforma.

Entende-se por projetos concluídos os que chegaram ao seu final (momento em que se tem a possibilidade de iniciar a produção) sem serem descontinuados, mesmo que não entrem em fase de comercialização.

Estas famílias podem ser constituídas de produtos de dois tipos:

1- aquele que tem características ou usos significativamente diferentes de outros produtos anteriores. Estas inovações envolvem uso de novas tecnologias, novos usos para tecnologias já existentes e/ou podem ser derivadas de uso de novos conhecimentos. As inovações no produto, no sentido amplo, podem significar novo para o mundo ou novo para o mercado ou mesmo novo para a empresa.

2- aquele que já existia, mas foi significativamente melhorado através do uso de componentes ou materiais de alta performance, ou um produto complexo que foi melhorado num ou vários dos seus subsistemas (projetos derivados)

### **E2: DURAÇÃO MÉDIA DE UM PROJETO DE NOVA PLATAFORMA OU LINHA DE PRODUTOS NO PERÍODO, EM ANOS**

Soma do tempo de desenv. de cada proj. concluído no período
DM = -----
Nº de Projetos concluídos no período

Tempo de Desenvolvimento é o período desde a concepção do produto até o Ramp-up, data em que a produção tem possibilidade de ser iniciada.

Entende-se por projetos concluídos os que chegaram ao seu final sem serem descontinuados, mesmo que não entrem em fase de comercialização.

O valor deve ter precisão de uma casa decimal (ex. 2.3 anos)

### **E3: CUSTO MÉDIO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVA PLATAFORMA OU FAMÍLIA DE PRODUTOS**

CM = Soma dos custos de cada projeto concluído
-----
Nº de Projetos concluídos no período

Soma dos custos de cada projeto de nova família ou plataforma finalizado no período, dividido pelo número de projetos finalizados (E1). No custo de uma família deve ser incluído o custo de todos os projetos derivados relativos à mesma.

Deve incluir despesas com capacitação tecnológica (C), com infra-estrutura de capacitação tecnológica e de

produção (D) e outros custos que a empresa tenha apropriado a cada projeto individualmente

### **E4 e E5: AUTO-EXPLICATIVO**

### **BLOCO F: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS**

**F1: A INOVAÇÃO SÓ DEVÉ SER CONSIDERADA SE FOI UTILIZADA PELA PRIMEIRA VEZ NO PERÍODO EM QUESTÃO. POR EXEMPLO, O USO DE UMA VERSÃO MAIS MODERNA DE CAD NÃO ENTRA NA CONTAGEM.**

### **F2: MÉDIA DE REDUÇÃO DE CUSTOS DECORRENTES DE MELHORIAS DE PROCESSO NO PERÍODO**

Soma da redução dos custos (economias em relação ao ano anterior), para a fabricação dos produtos vendidos, em decorrência de inovações introduzidas em processos nos últimos cinco anos. Deve-se somar a redução de custos que ocorreu em cada ano do período e dividir o valor total pelo número de anos considerado.

### **BLOCO G: PARCERIA COM FORNECEDORES**

Existem vários tipos de parceria com fornecedores. O tipo que interessa a esta pesquisa é a parceria de risco, ou seja, aquela na qual o fornecedor investe seu capital/trabalho no projeto, sem a garantia de pagamento ou lucro posterior. Por exemplo, a General Electric fornece turbinas de avião para a Boeing e só recebe o pagamento quando estes aviões são comercializados. Neste caso, o sucesso da parceria dependerá do sucesso comercial do(s) produto(s).



Lembre-se: 0 = não houve despesa; ND= houve despesa, mas é difícil quantificá-la.

D1: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS À CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 R\$

D2: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS INTANGÍVEIS DESTINADOS A CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 R\$

+D3: INVESTIMENTO ANUAL EM ATIVOS FIXOS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS (NOVAS UNIDADES FABRIS, REFORMAS NAS UNIDADES EXISTENTES) 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 R\$

**BLOCO E: ESFORÇO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

+E1: número de novas plataformas ou famílias de produtos finalizadas no período pesquisado (listar as famílias e a data de início e final dos projetos, se possível)

+E2: Duração média de um projeto de nova plataforma ou família de produtos no período, em anos.

+E3: Custo médio de desenvolvimento de nova plataforma ou família de produtos (ou fornecer custo total investido em novas plataformas e seus derivados no período) R\$

+E4: No custo dos projetos estão incluídos o custo de ativos fixos destinados à fabricação de novos produtos, marketing de projeto e engenharia, etc. (todos os itens dos blocos C e D)? Quais custos estão incluídos? SIM NÃO

+E5: Há mais algum tipo de custo incluído no custo de cada projeto de novas plataformas ou famílias além dos citados nos blocos C e D? Quais são?

E6: No período considerado (1997-2001?) houve investimentos em projetos que não foram concluídos, sendo considerados nas despesas mas não no número de plataformas lançadas? Quais foram os valores aproximados? Quais foram os projetos?

E7: No período considerado houve o lançamento/finalização de famílias de produtos que receberam investimentos de um período anterior (em 1996, 1995 ou antes) ? Quais foram os valores investidos anteriormente?

E8: Qual o valor investido, no período, em famílias de produtos que nunca foram ou serão concluídas?

**BLOCO F: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS**

+F1: Houve a implantação de alguma inovação tecnológica significativa, relativa ao desenvolvimento de produtos e processos, na empresa no período considerado?

CAD-Computer Aided Design	
CAM-Computer Aided Manufacturing	
Prototipagem Rápida	

