

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**CAPACIDADES DE DESENVOLVIMENTO COMO FONTE
DA SUSTENTABILIDADE DA VANTAGEM COMPETITIVA:
UMA CONTRIBUIÇÃO À
VISÃO BASEADA EM RECURSOS DA FIRMA**

Jucélio Kretzer

**Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção**

Florianópolis – SC - Brasil

2002

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central – UEM, Maringá – PR, Brasil)

K92c	<p>Kretzer, Jucélio Capacidades de desenvolvimento como fonte da sustentabilidade da vantagem competitiva: uma contribuição à visão baseada em recursos da firma / Jucélio Kretzer. – Florianópolis : [s.n.], 2002. 239 f. : figs., tabs., quadros.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Emílio Araújo Menezes Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.</p> <p>1. Inovações tecnológicas. 2. Capacidades de desenvolvimento. 3. Vantagem competitiva sustentável. I. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. II. Título.</p>
<p>CDD 21. ed. 338.064 CIP-NBR 12899</p>	

Jucélio Kretzer

**CAPACIDADES DE DESENVOLVIMENTO COMO FONTE
DA SUSTENTABILIDADE DA VANTAGEM COMPETITIVA:
UMA CONTRIBUIÇÃO À VISÃO BASEADA EM RECURSOS DA FIRMA**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Doutor em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de fevereiro de 2002.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Renato Ramos Campos, Dr.
UFSC

Prof. Emílio Araújo Menezes, Dr.
UFSC Orientador

Prof. Otaviano Canuto dos Santos Filho, Dr.
UNICAMP

Prof. Aline França de Abreu, Dra.
UFSC

Prof. Jorge Nogueira de Paiva Britto, Dr.
UFF

Prof. Sílvio Antônio Ferraz Cário, Dr.
UFSC

A minha esposa Andréa
pelo carinho e compreensão

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina
À Coordenação de Aperfeiçoamento
de Pessoal de Nível Superior - CAPES
Ao orientador Prof. Emílio Araújo Menezes
pelas importantes contribuições
Aos professores do Curso de Pós-Graduação

A todos aqueles que direta e indiretamente
contribuíram para a realização
desta pesquisa

*"As firmas, como os indivíduos,
ocupam em qualquer momento do tempo
uma dada posição em relação ao mundo externo.
Esta posição não é apenas determinada pelo tempo e espaço,
mas também pelo horizonte 'intelectual', por assim dizer;
ela proporciona um marco de referência pelo qual
fenômenos externos são abordados e o ponto
de origem de todos os planos de ação."*

Edith Penrose

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Lista de Quadros	ix
Lista de Tabelas	x
Resumo	xii
Abstract	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Tema e Justificativa	2
1.2 Identificação do Problema	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo principal	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Formulação da Hipótese	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Vantagem Competitiva Posicional e Vantagem Competitiva Sustentável ...	20
2.2 Abordagem Baseada em Recursos: uma visão panorâmica	28
2.2.1 Recursos valiosos	32
2.2.2 Recursos raros	38
2.2.3 Recursos difíceis de imitar	44
2.2.4 Recursos substitutos	56
2.3 Implicações Estratégicas do Modelo de Vantagem Competitiva	57
3 METODOLOGIA	60
3.1 Os Dados	61
3.1.1 Os dados quantitativos	62
3.1.2 Os dados qualitativos	63
3.2 Mensuração dos Dados	64
3.3 Técnica de Análise	72

4 DEFINIÇÃO DE CONCEITOS-CHAVE	74
4.1 Recursos da Firma	74
4.2 Estoque de Conhecimento	78
4.3 Competência Tecnológica	83
4.4 Capacidades de Desenvolvimento	87
4.5 Capacidades de Desenvolvimento e Vantagem Competitiva Sustentável	96
5 A DINÂMICA DAS CAPACIDADES DE DESENVOLVIMENTO	101
5.1.1 Fontes de conhecimento	104
5.1.2 Estrutura tecnológica	108
5.1.3 Capacidades organizacionais	111
5.1.4 Mecanismos de incentivos	117
5.2 Padrão de Mudança Técnica	120
5.3 Padrão de Aprendizagem	125
6 CASOS ILUSTRATIVOS	141
6.1 Análise dos Resultados	143
6.1.1 Capacidades de desenvolvimento	144
6.1.2 Padrão de mudança técnica	169
6.1.3 Padrão de aprendizagem	187
6.2 Considerações Finais	197
7 CONCLUSÃO	206
7.1 Conclusões	206
7.2 Recomendações para Trabalhos Futuros	216
8 FONTES BIBLIOGRÁFICAS	218
9 ANEXOS	229
9.1 Questionário	229
9.2 Tabulação dos Dados	233
9.3 ANPEI: Indicadores do Perfil de Cinco Empresas do Grupo Máquinas Industriais	236

Lista de Figuras

Figura 1: A conceitualização das unidades de análise mensuráveis	66
Figura 2: Estoque de conhecimento disponível à firma	80
Figura 3: A dinâmica do desenvolvimento recíproco específico à firma	102

Lista de Quadros

Quadro 1: Autores representativos da vantagem competitiva posicional e vantagem competitiva sustentável	26
Quadro 2: Metodologia da Pesquisa	60
Quadro 3: Mensurabilidade do conhecimento <i>in-house</i>	68
Quadro 4: Mensurabilidade do conhecimento externo	69
Quadro 5: Mensurabilidade de outras fontes de informações	69
Quadro 6: Mensurabilidade do conhecimento privado na forma de registros .	69
Quadro 7: Mensurabilidade da estrutura tecnológica	70
Quadro 8: Mensurabilidade das capacidades organizacionais	71
Quadro 9: Mensurabilidade dos mecanismos de incentivos	71
Quadro 10: Principais famílias de compressores de uma empresa da amostra .	190

Lista de Tabelas

Tabela 1: Desempenho do conhecimento <i>in-house</i>	152
Tabela 2: Desempenho do conhecimento externo	155
Tabela 3: Frequência absoluta de parcerias contratadas para execução de atividades de P&D	156
Tabela 4: Desempenho da estrutura tecnológica	162
Tabela 5: Desempenho das capacidades organizacionais	167
Tabela 6: Questionário usado como base para entrevistas estruturadas	229
Tabela 7: <i>Expertise</i> profissional	233
Tabela 8: Formas de conhecimento tecnológico <i>in-house</i>	233
Tabela 9: Formas de conhecimento (externo) comercializado por outras empresas e institutos tecnológicos	233
Tabela 10: Outras fontes de informações	234
Tabela 11: Conhecimento privado na forma de registros	234
Tabela 12: Estrutura Tecnológica	234
Tabela 13: Formas de cooperação entre membros de equipes de trabalho	235
Tabela 14: Formas de cooperação com colaboradores membros de outras empresas	235
Tabela 15: Mecanismos de Incentivos	235
Tabela 16: ANPEI - Indicadores Empresariais	236
Tabela 17: ANPEI - Distribuição (US\$) das despesas em P&D&E	236
Tabela 18: ANPEI - Distribuição (%) das despesas de P&D por tipo de atividade	236
Tabela 19: ANPEI - Distribuição (%) das despesas em P&D&E	237
Tabela 20: ANPEI - Despesas de P&D e P&D&E	237
Tabela 21: ANPEI - Distribuição dos Investimentos de capital em inovação tecnológica por tipo de ativo	237
Tabela 22: ANPEI - Perfil profissional dos funcionários equivalentes relacionados à P&D	238

Tabela 23: ANPEI - Perfil profissional dos funcionários equivalentes relacionados à P&D&E	238
Tabela 24: ANPEI - Despesas por pessoal em P&D e P&D&E	238
Tabela 25: ANPEI - Despesas por Dispêndio Total em P&D e P&D&E	239
Tabela 26: ANPEI - Área física construída de laboratório utilizada para P&D&E	239
Tabela 27: ANPEI - Resultados do Esforço de Inovação Tecnológica	239

KRETZER, Jucélio. **Capacidades de desenvolvimento como fonte da sustentabilidade da vantagem competitiva: uma contribuição à visão baseada em recursos da firma.** 2002. 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

RESUMO

A natureza específica à firma da 'pesquisa em desenvolvimento' representa um aspecto importante para a análise do ponto de partida da 'mudança' que ocorre no âmbito da firma. O processo cumulativo das "capacidades inovativas" apresenta uma característica relativamente *estável* ou *regular*. O *curso contínuo* de melhorias incrementais tem se tornado o aspecto essencial do sucesso no processo competitivo. Na discussão da sustentabilidade da vantagem competitiva tem havido uma preocupação excessiva em considerar a combinação dos recursos internos como função dos requerimentos necessários das mudanças externas. Nesta perspectiva, o sucesso das firmas ou setores particulares é explicado mais pelas inovações principais e firmas pioneiras e menos pelo esforço sustentado e melhorias incrementais. A partir das idéias seminais de Penrose (1959), a Visão Baseada em Recursos analisa os fenômenos ocorridos dentro da firma que explicam seu desempenho e comportamento. A interação entre conhecimento, habilidade, aprendizado, bem como os meios de organização e combinação dos recursos pode proceder do esforço de busca e descoberta na forma de pesquisa. O 'modo de organização' de tudo isto pode ser expressado pelas 'capacidades de desenvolvimento'. O propósito aqui é desenvolver um modelo teórico de vantagem competitiva sustentável baseado em capacidades de desenvolvimento de recursos. As capacidades de desenvolvimento podem ser uma fonte de vantagem competitiva sustentável, na medida que envolvem a natureza tácita e complexa dos recursos da firma. As capacidades de desenvolvimento envolvem fontes *in-house* de conhecimento, estrutura tecnológica, capacidades organizacionais e mecanismos de incentivos, bem como observação de padrões de mudança técnica e aprendizagem específicos ao setor. Evidência empírica da indústria mecânica brasileira, em especial, no caso das firmas fornecedoras especializadas, é apresentada e mostra como a busca por novas combinações de recursos está em conformidade com as capacidades de desenvolvimento para obter vantagem competitiva sustentável.

Palavras-chave: Recursos, inovações, capacidades de desenvolvimento, vantagem competitiva sustentável, visão baseada em recursos.

KRETZER, Jucélio. **Capacidades de desenvolvimento como fonte da sustentabilidade da vantagem competitiva: uma contribuição à visão baseada em recursos da firma.** 2002. 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ABSTRACT

The specific nature of the "developmental research" represents an important aspect for analyzing the point of starting of the "change" that occur inside the firm. The cumulative process of the "innovative capabilities" shows a relatively *stable* or *regular* characteristic. The *continuous course* of incremental improvements has become the essential aspect of the success related to the competitive process. Concerning the discussion on the sustainable competitive advantage there has been an excessive preoccupation in considering the combination of the internal resources to match the necessary requirements of external changes. Under this perspective, the firms' success or particular sectors is explained more due to the main innovation and pioneer firms than to the sustained effort and incremental improvements. According to seminal ideas of Penrose (1959), Resources-Based View analyzes the phenomena occurred inside the firm that explain its performance and behavior. The interaction among knowledge, skill, learning, as well as the means of organization the resources can come from the effort at searching and discovering in form of research. The whole "organization way" can be expressed by the "developmental capabilities". The aim of this study was to develop a sustainable competitive advantage theoretical model based on the developmental capabilities of resources. The developmental capabilities can be a source of sustainable competitive advantage, since it involves a tacit and complex nature of the firm's resources. The construction of the developmental capabilities involves in-house sources of knowledge, technological structure, organizational capabilities and incentive mechanisms, as well as the observation of patterns of technical change and patterns of learning, both sector-specific. The empiric evidence of the Brazilian mechanical industry, specially the specialized supplying firms, is presented and shows how the search for new combination of resources is in compliance with the developmental capabilities to obtain sustainable competitive advantage.

Key-words: resources, innovation, developmental capabilities, sustainable competitive advantage, resources-based view.

1 INTRODUÇÃO

Fazer uma tese é uma tarefa desafiadora desde o momento da escolha do tema até a sua defesa. Algumas dificuldades enfrentadas no desenvolvimento da tese são amenizadas quando se estabelece algum método de organização e exposição das idéias (formulação dos problemas e verificação de afirmações propostas). Mas, a tarefa mais instigante e motivadora é, sem dúvida, o aprofundamento no tema a que se propõe estudar.

Segundo Galliano (1979, p. 28), toda investigação científica (como resultado do trabalho de inúmeros outros investigadores) "(...) se baseia no conhecimento anterior, particularmente, nas hipóteses já confirmadas, nas leis e princípios já estabelecidos (...)". Por via de regra, este trabalho de tese não só procura avaliar a literatura existente (visão panorâmica) em relação ao tema proposto (objeto de outras reflexões), mas principalmente tenta avançar na disciplina (ou disciplinas) a que se identifica (esforço de pesquisa) [Eco, 1998]. De acordo com o entendimento de Umberto Eco sobre o significado da tese, o resultado científico desta investigação pode ser alguma “descoberta” - nem sempre revolucionária, mas muitas vezes modesta - de *algo que ainda não foi dito* pelos demais estudiosos. Neste sentido, a ‘originalidade’ do trabalho de pesquisa pode estar em algum tipo de descoberta que se enquadra em uma das formas sugeridas por Eco (1998, p. 2): (a) "uma maneira nova de ler e entender um texto clássico"; (b) "a identificação de um manuscrito que lance nova luz sobre a biografia de um autor"; ou (c) "uma reorganização e releitura de estudos precedentes que conduzam à maturação e sistematização das idéias que se encontravam dispersas em outros textos".

Reformulando as sugestões mencionadas acima, a presente tese consiste em:

- *Uma síntese da Visão Baseada em Recursos que conduza a uma maneira nova de ler e entender as idéias seminais de autores clássicos, tais como Edith Penrose e Harold Demsetz, a respeito do significado dos recursos únicos (tangíveis e intangíveis) à conduta da firma.*

Dito isto, define-se, assim, o objeto de análise como sendo os *recursos internos* em nível da *firma individual*. Este ponto tem sido objeto de crescentes estudos nos últimos anos, que focalizam uma série de terminologias modernas para o conceito *recursos intangíveis*, tais como “competências diferenciais”, “competências essenciais”, “capacidades”, “capacidades dinâmicas”, “ativos especializados”, “ativos complementares” e assim por diante. Este tipo de abordagem é conhecido como “perspectiva baseada em recursos”, que procura fazer a ligação entre a sustentabilidade da vantagem competitiva e a exploração e desenvolvimento de *recursos tangíveis e intangíveis*, cujos fundamentos teóricos provêm de Penrose (1959), Demsetz (1973), Wernerfelt (1984), Rumelt (1984 e 1987), Lippman e Rumelt (1982), Barney (1986, 1991 e 1995), Dierickx e Cool (1989), Reed e DeFillippi (1990), Prahalad e Hamel (1990), Teece (1980, 1982, 1986), Peteraf (1993), Teece, Pisano e Shuen (1997) e outros.

1.1 Tema e Justificativa

Michael Porter e muitos outros estudiosos no campo do gerenciamento estratégico têm desenvolvido vários modelos e estruturas de análise para a formulação de estratégias sobre os *pontos fortes e fracos* e as *oportunidades e ameaças ambientais* para entender as fontes das vantagens competitivas (Learned *et al.*, 1969; Porter, 1980 e 1985). O

paradigma dominante, durante os anos 80, foi a abordagem das *forças competitivas*, desenvolvida por Michel E. Porter, em “*Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*”, de 1980. De acordo com esta abordagem, fortemente influenciada pelo paradigma estrutura-conduta-desempenho¹, as ações de uma firma podem levar a criar posições defensivas contra forças competitivas - o que Porter chamou de *cinco forças*. Juntamente com a abordagem do conflito estratégico (Shapiro, 1989, por exemplo; *apud*: Teece, Pisano e Shuen, 1997) - que, a exemplo da primeira, focaliza as imperfeições do mercado de produtos, coibição à entrada e interação estratégica - formam a visão de que os ‘retornos (econômicos)’ fluem de posições de mercado de produtos privilegiadas (Teece, Pisano e Shuen, 1997: 510).

A despeito do colapso dos modelos de planejamento estratégico, cresce, nos anos 90, o interesse em explicar: os *pontos fortes* (recursos/habilidades, aprendizado coletivo, etc.) da firma individual e como eles afetam o desempenho dos competidores; como a idéia de “competência essencial” é colocada na prática; como desenvolver a estratégia de diversificação; e assim por diante (Collis e Montgomery, 1995; Barney, 1995; Foss, 1997; Teece, Pisano e Shuen, 1997). A nova visão desloca a origem da vantagem competitiva do lado de fora para dentro das organizações (combinação das perspectivas externa e interna) e sugere que a adoção de novas estratégias esteja restrita ao nível corrente de recursos da companhia.

A análise *baseada em recurso* da vantagem competitiva emerge, portanto, da insatisfação e/ou insuficiência das contribuições das análises de estratégia e vantagem competitiva (Foss, 1997). Complementando aquele tipo de análise externa à firma, a

¹ Esta é uma escola na organização industrial (Bain, 1959; Scherer, 1980) que enfatiza que existe um forte fluxo causal da estrutura básica de uma indústria (e.g. número de firmas, barreiras à entrada), à conduta das firmas (e.g. políticas de precificação das firmas) e ao desempenho (e.g. o quanto é grande a perda de bem-estar).

“perspectiva baseada em recursos” analisa os recursos internos para entender as condições pelas quais eles geram rendas ou vantagem competitiva sustentável (Barney, 1991 e 1995; Perteraf, 1993; Amit e Schmoemaker, 1993). Dentro desta perspectiva, as decisões (estratégicas) da firma não são determinadas pelos mercados de fatores e de produtos, mas sim pela organização de planos e dos recursos (Penrose, 1959).

De um modo mais amplo, a chamada “perspectiva da competência”, que tem recebido diversas influências desenvolvidas independentemente, vem se desenvolvendo em torno de alianças intelectuais e se conectando a diversas literaturas mais recentes: à pós-coasiana; à gestão estratégica e aprendizado organizacional; à história de negócios; à economia da tecnologia; à economia evolucionária; e à economia das instituições (Foss e Langlois, 1997). Esta nova abordagem considera as competências, capacidades, habilidades como sendo a ‘base de conhecimento’ produtivo e organizacional e, por sua vez, as fontes mais importantes da vantagem competitiva (distintiva), da heterogeneidade e do rendimento ou retorno (“*rent*”) diferencial das firmas, a longo prazo. Elas são operadas por uma ‘equipe’ de indivíduos (gerentes) que atua dentro da firma para algum propósito estratégico, sendo formadas, assim, mais em nível da firma do que dos agentes individuais (Penrose, 1959).

A estrutura de análise deste trabalho deriva da *Visão Baseada em Recursos* da firma. Esta abordagem analisa internamente os fenômenos dentro da firma (condições pelas quais os recursos empregados por ela geram retornos) que explicam seu desempenho (eficiência e eficácia dos recursos e capacidades) em um ambiente competitivo dinâmico. Esta perspectiva está sendo muito útil, como o foi a análise da indústria nos anos 80 (Porter, 1980; 1985), para os gerentes entenderem, preservarem ou ampliarem a vantagem competitiva de suas companhias (posicionamento da firma).

Cabe destacar aqui o trabalho crítico de Foss e Langlois (1997), que fazem uma análise da ruptura da divisão (intelectual) de responsabilidades entre teoria do preço e economia da organização, enfatizando o conhecimento produtivo (imperfeito ou assimétrico). Eles chamam atenção sobre o seguinte problema:

“Raras vezes economistas da organização têm considerado que o conhecimento pode ser imperfeito no campo da produção, e que formas institucionais podem cumprir um papel de não (somente) coibir o comportamento de busca por retorno não-produtivo, mas (também) de criar as possibilidades para o comportamento de busca por retorno produtivo, em primeiro lugar” (Foss e Lanlgois, 1997, p. 6)

Alguns avanços neste sentido vêm ocorrendo em torno da chamada “visão das capacidades” emergente da literatura sobre estratégia e história de negócios, economia evolucionária e tecnológica (Chandler, 1990 e 1992; Nelson, 1991; Langlois, 1992; Langlois e Robertson, 1996; Kogut e Zander, 1992; Foss, 1993; Dosi e Marengo, 1993; Teece e Pisano, 1994; Teece, Pisano e Shuen, 1997).

De acordo com os propósitos deste trabalho, o ensaio de Foss e Langlois (1997) é importante por ajudar a entender como as contribuições da “perspectiva das capacidades” (que reúne as abordagens das “capacidades”, das “capacidades dinâmicas” e/ou da “competência”) diferem basicamente quanto aos seus pontos de partida. Dizem eles:

“... algumas começam da racionalidade limitada e de outros aspectos da cognição e desenvolvem, assim, uma teoria do conhecimento específico à firma (...), enquanto outras começam de generalizações empíricas de que o conhecimento produtivo não é explícito, nem livremente transferível ...” (Foss, 1997, p. 17).

De todo modo, tem-se constatado (Kretzer, 1999) que a noção de “capacidades” foi desenvolvida a partir da conceitualização original da firma por Edith Penrose (1959). O próprio termo “*capabilities*” foi introduzido por Richardson (1972) para explicar, a exemplo de Penrose (1959), o quanto a produção está comprometida pela organização que incorpora especialmente experiência e habilidade apropriadas. Segundo Penrose (1959), o manuseio dos recursos produtivos em diferentes usos, por um certo prazo, é determinado por decisão administrativa - os mesmos recursos podem ser usados diferentemente sob diferentes circunstâncias. Além disso, a firma pode ser vista como um ‘grupo de atividades’ (Penrose, 1959), as quais estão relacionadas à descoberta e estimação do futuro ambas indispensáveis à pesquisa, desenvolvimento e desenho; à execução e coordenação de processos de transformação física; ao marketing de mercadorias; e assim por diante (Richardson, 1972).

Portanto, com base no exposto acima, cabe levantar um ponto importante, que merece uma discussão mais rigorosa, que diz respeito às razões pelas quais uma firma é levada a buscar retorno muito mais produtivo (busca por conhecimento) do que não-produtivo (busca por retorno econômico). Para isso, é preciso retomar o debate sobre a conceitualização da firma a partir do trabalho de Penrose (1959).

Na discussão sobre as características, funções e fatores que influenciam o comportamento da firma, torna-se imprescindível uma análise fundamentada nas valiosas contribuições da economista Edith Penrose, em *The Theory of the Growth of the Firm*, de 1959. A propriedade de suas contribuições teóricas não foi devidamente reconhecida pelos ‘teóricos da firma’ e negligenciada por um bom tempo, seja por mera questão metodológica (não-determinística), seja pelo limite do alcance de sua teoria (análise da estrutura de mercado e tratamento dos aspectos financeiros da empresa em expansão)

[Possas, 1985; Foss, 1993]. Além disso, o mérito de sua abordagem sobre o crescimento da firma consiste no pioneirismo, quanto à proposição da análise dos determinantes internos do crescimento da empresa e na originalidade em relação ao conceito de firma, a partir de uma visão funcionalista (Possas, 1985). À teoria de Penrose se deve, também, o mérito de ter antecipado a maioria dos desenvolvimentos mais recentes em economia, comportamento organizacional e gestão estratégica - a diversificação, o aprendizado organizacional e a perspectiva baseada em recursos (Foss e Langlois, 1997).

Penrose foi, assim, um(a) dos poucos economistas que, na primeira metade deste século, tentaram entrar na "caixa preta" - a firma na perspectiva neoclássica – para investigar o que acontece dentro dela (Kretzer, 1999).

Na discussão sobre comportamento, estruturas organizacionais e problemas gerenciais da firma, surgiram alguns trabalhos importantes. O artigo clássico de Coase "*The Nature of the Firm*", publicado em 1937, foi pouco notado por alguns anos e seu reconhecimento (principalmente pelo Prêmio Nobel 1991) só ocorreu, confessa Coase (1993), depois que Oliver Williamson, Harold Demsetz, Steven Cheung, entre outros, começaram a fazer contribuições notáveis. Como Edith Penrose comenta em seu *Prefácio à Terceira Edição* (1995), em poucos anos depois da publicação de "*Theory of the Growth of the Firm*", surgiram inúmeros trabalhos com idéias similares às suas, mas desenvolvidas independentemente. Em "*Strategy and Structure*", publicado em 1962, Alfred D. Chandler apresenta uma estrutura analítica consideravelmente congruente com o trabalho próprio de Edith Penrose, usando, muitas vezes, os mesmos conceitos e quase as mesmas terminologias em muitos pontos. R. L Marris, em "*Theory of Managerial Capitalism*", de 1964, faz considerações, inclusive generosos agradecimentos, extensões e modificações ao trabalho de E. Penrose. A autora faz ainda uma menção especial ao artigo pioneiro e

relativamente negligenciado de G. B. Richardson, "*The Organization of Industry*", de 1972, por antecipar muito do que foi posteriormente desenvolvido, digo, sobre a chamada "*capabilities*" ("capacidades"). Terminologia esta que foi introduzida pelo próprio Richardson e depois explorada (com raros reconhecimentos explícitos) por Chandler (1962, 1990, 1992); Nelson (1991); Stalk, Evans e Shulman (1992); Teece e Pisano (1994); Teece, Pisano e Shuen (1997); Prahalad e Hamel (1990, 1991 e 1994); Loasby (1998); Rosenberg (1994); entre outros, para denominar o modo de coordenação - acordos meramente verbais ou formais (contratuais e acionários) e/ou rede de cooperação e afiliação (alianças, grupos e agrupamentos entrelaçados e complexos), inter-grupos de indivíduos ou inter-firmas - das atividades econômicas (ou produção separada em desenvolvimento, manufatura e *marketing*) tendo como base a organização, o conhecimento, a experiência e as habilidades (Richardson, 1972).

Conforme Penrose (1959), a função econômica básica da firma é 'utilizar os recursos produtivos' com o propósito de oferecer bens e serviços à economia de acordo com os planos desenvolvidos e colocados em prática dentro da firma. Além de uma unidade administrativa, a firma é tida como uma "coleção de recursos produtivos". Descritos dessa forma, os *recursos* são capazes de produzir *serviços* (*recursos intangíveis*); os *serviços* são uma função que depende da maneira pela qual os recursos são usados, ou seja, a eficiência tecnológica das instalações, máquinas e equipamentos (o estado da arte) e, também, habilidades, competências (essenciais), "capacidades" (essenciais/dinâmicas) e conhecimentos dos empregados e proprietários. Sendo assim, os recursos são definidos, não pelo seu uso (ou durabilidade), mas sim pelos *serviços potenciais* neles imbutidos.

O sentido exato da palavra "*serviço*" implica uma função, uma atividade - são as '*contribuições*' que estes recursos podem proporcionar às operações produtivas da firma

(Penrose, 1959, p. 25). Similarmente, Rosenberg (1976), ao analisar o processo de inovação tecnológica, parte da premissa de que a empresa compromete seus recursos para a produção de conhecimento que possa dar uma contribuição prospectiva para suas atividades produtivas. Em outras palavras, as novas combinações dos recursos, decorrentes de uma mudança nos preços dos fatores, por exemplo, devem ser explicadas pela atividade (produtiva) que conduza ao novo conhecimento, em termos de mudança tecnológica, e não à substituição de fatores. O conhecimento, assim, torna-se não apenas uma função de uma variável econômica (lucros futuros da inovação, por exemplo), mas principalmente uma função da "crença" nos contínuos efeitos da mudança de conhecimento sobre a conduta da firma. Em outras palavras, o conhecimento torna-se uma função da "confiança" de que o esforço por sua busca, através do processo de aprendizagem, pode resultar não só na melhoria da eficiência, eficácia e lucratividade da firma, mas também na aquisição de novos conhecimentos e habilidades. Tudo isto envolve um processo (acumulação de ativos) custoso de investigação, que requer *fluxos* de dispêndios com experimentação, pesquisa e inovação (Dierickx e Cool, 1989).

Esta forma funcional de abordar os fatores internos à firma representa um avanço qualitativo na maneira de ver o comportamento da firma individual em relação ao método tradicional, que focaliza o problema da determinação do preço e da produção, a eficiência técnica e alocativa dos recursos e a 'maximização do lucro'. A respeito deste último ponto, ao invés de supor que a firma toma decisões sobre preço e quantidade, na verdade, são as 'pessoas', enfatiza Penrose (1959), que tomam decisões em favor de uma firma, agindo à luz de algum propósito. Neste sentido, "(...) as decisões de investimento são guiadas pelas oportunidades de obter dinheiro; em outras palavras, que as firmas estão em busca de lucros" (Penrose, 1959, p.27). Pelo lado dos indivíduos (gerentes), o 'motivo lucro' baseia-

se na suposição psicológica de que o aumento da renda e do bem-estar traz vantagens pessoais para o indivíduo, que o estimulará a obter o que ele deseja.

Ademais, esta noção de "serviços" introduzida por Penrose (1959) originou o desenvolvimento de uma série de termos modernos, porém a maioria deles, muitas vezes, quer dizer a mesma coisa (uma verdadeira “sopa de letrinhas”), tais como ativos invisíveis ou intangíveis (Itami e Roehl, 1987), competências essenciais (Prahalad e Hamel, 1990), capacidades essenciais (Nelson, 1991), e assim por diante.

A crescente literatura que vem se desenvolvendo no sentido de entender as fontes da heterogeneidade, a vantagem competitiva e os retornos diferenciais representa uma área de pesquisa, a chamada “Visão Baseada em Recursos”, fortemente influenciada pelas contribuições básicas do trabalho de Penrose (1959) ao enfatizar os recursos e serviços como sendo únicos e capazes de gerar retornos.

As diferenças (heterogeneidade) entre as firmas existem não só em ‘*desempenho*’, mas também em ‘*comportamento*’ (Nelson, 1991). Em termos de desempenho, as firmas diferem quanto ao ‘*desempenho dos recursos*’ empregados no processo de produção e comercialização dos produtos. Portanto, o desempenho dos recursos envolve várias dimensões, tais como eficiência e eficácia. As firmas apresentam níveis diferentes de ‘eficiência’ quando os recursos são capazes de produzir mais eficientemente e de ‘eficácia’ quando os recursos são capazes de melhor satisfazer o desejo dos consumidores (Peteraf, 1993; Collis e Montgomery, 1995). Outro aspecto envolvido no desempenho dos recursos que traz diferenças entre as firmas é o posicionamento da firma no mercado, em termos de participação de mercado, faturamento e lucratividade, por exemplo.

Em relação ao comportamento, as firmas se diferem em termos de “*modos de organização*” das atividades específicas, isto é, em termos de *capacidades organizacionais*

essenciais - como uma organização é capaz de fazer tão bem (com confiança e sucesso) um conjunto de coisas. A ênfase, nesta visão, serve para destacar o atributo estável da firma caracterizado pela noção 'dificuldade de mudança', em termos de tempo e custo, de estrutura e, por conseguinte, de capacidades essenciais, ou seja, das coisas que uma firma é capaz de fazer tão bem (Nelson, 1991).

Ambos os focos, *desempenho* e *comportamento*, representam duas versões da *Visão Baseada em Recursos da firma* de acordo com dois pontos de vista. A primeira reúne autores tais como H. Demsetz, R., J. B. Barney, R. P. Rumelt, R. Reed e R. J. DeFilippi, os quais estão associados com a escola de pensamento da 'organização industrial'. Este grupo está muito mais vinculado à Universidade de Chicago (Demsetz, 1982; Stigler, 1968) do que à Universidade de Harvard (Porter, 1985; Bain, 1959; Mason, 1957). Já a segunda versão é representada por E. Penrose, I. Dierickx e K. Coll, D. Teece, R. Nelson, S. Winter, C. K. Prahalad, G. Hamel e outros, com forte ligação à 'economia organizacional', a qual inclui, por exemplo, a economia evolucionária (Nelson e Winter, 1982; Schumpeter, 1950), a economia dos custos de transações (Coase, 1937; Ouchi, 1980; Williansom, 1975) e a teoria dos direitos de propriedade (Alchian, 1984; Jones, 1983).

A primeira versão é fortemente influenciada por Harold Demsetz, principalmente a partir da publicação, em 1973, de seu artigo *Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy*. Este trabalho examina a vantagem competitiva sob condições de incerteza e custos de informações positivos, em que a superioridade (eficiência) das firmas não depende tanto das práticas monopolísticas (poder de mercado), mas da resposta eficiente (dotação de recursos) à escassez.

“Em um mundo em que a mobilidade de recursos e as informações podem ser garantidas apenas a um custo, uma indústria tornar-se-á mais concentrada sob

condições competitivas apenas se uma vantagem diferencial em expandir a produção se desenvolver em algumas firmas.” (Demsetz, 1973, p. 1)

Além de focalizar a eficiência, o autor também enfatiza o papel da heterogeneidade para explicar a vantagem competitiva diferencial. A heterogeneidade das firmas, resultante de eficiências diferenciais, tem como fonte diferentes pacotes de recursos. Segundo Demsetz (1973, p. 2), os lucros (os retornos) que as vantagens diferenciais devem gerar:

“ ... não necessitam ser logo eliminados pela concorrência. É bem provável que o desempenho competitivo superior seja específico a uma firma, vista como uma equipe, e não-obtível pelos outros, exceto pela compra da firma (...) A firma pode ter estabelecido uma reputação ou clientela que é difícil de separar da firma em si (...) Ou é provável que os membros da equipe de empregados derivem da produtividade mais alta do conhecimento que eles possuem um dos outros, no ambiente da firma particular em que eles trabalham; uma fonte de produtividade que deve ser difícil de transferir pouco a pouco.”

Já a segunda versão da perspectiva baseada em recursos baseia-se na visão própria de Edith Penrose. Coube a ela antecipar os avanços sobre o comportamento da firma em termos de heterogeneidade, competência essencial, capacidades dinâmicas, etc.

“No longo prazo, a lucratividade, a sobrevivência e o crescimento de uma firma não dependem tanto da eficiência com que ela é capaz de organizar a produção de uma gama qualquer de produtos amplamente diversificada quanto da habilidade da firma em estabelecer uma ou mais ‘bases’ amplas e relativamente fecundáveis, desde que ela possa adaptar e ampliar suas

operações em um mundo de incerteza, de mudança e competitivo.” (Penrose, 1959, p. 137)

O foco aqui são os fatores-chave de sucesso do comportamento da firma para adquirir vantagens competitivas específicas à firma pelo pacote de habilidades e rotinas essenciais, pela coerência entre habilidades e *know-how* de propriedade única, etc. (Mahoney e Pandian, 1992; Dosi, Teece e Winter, 1992; Prahalad e Hamel, 1990; Nelson, 1991; Teece e Pisano, 1994; Teece, Pisano e Shuen, 1997).

Portanto, o aspecto-chave da estrutura de análise aqui proposta está fortemente relacionado à noção de "*capacidades inovativas*" no que diz respeito às habilidades muito mais relevantes ao emprego, interação e combinação dos recursos da firma (mudanças internas) do que às respostas inovativas às mudanças no regime tecnológico. Mesmo que, sugere Dosi (1988, p. 1142), mudanças de mercado possam estimular a busca de novos produtos e novas "maneiras de fazer coisas", os fatores ambientais terão sucesso em mudar *radicalmente* a direção e os procedimentos do progresso técnico apenas *se e quando* eles são capazes de assumir a emergência dos novos paradigmas tecnológicos.

Penrose (1959, p. 79) adverte que a exploração de uma oportunidade produtiva "... não pode ser explicada, satisfatoriamente, com referência apenas às mudanças no *ambiente* da firma". Isto não quer dizer que ela esteja ignorando os efeitos da experiência e conhecimento crescente do mundo externo, tais como mercado, tecnologias sendo desenvolvidas por outras firma e gostos e atitudes dos consumidores; tudo isto, também, torna-se parte do 'estoque de conhecimento' da firma. Entretanto, mesmo na ausência de mudanças no mundo externo, existe um impelimento, um estímulo ou um incentivo contínuo, que é inerente aos próprios recursos, que pressionam mudanças não só no âmbito da firma, como também no escopo e direção dos seus negócios. Em outras palavras, "se os

sinais de mercado mudam ou não, as firmas tentam aperfeiçoar seus processos e produtos pelos mecanismos de busca de tentativas e erros e imitação dos resultados já alcançados por outras firmas, motivadas pela vantagem competitiva que as inovações esperam oferecer" (Dosi, 1988, p. 1142).

Na discussão da mudança técnica, a visão dominante (americana) do processo inovativo é ainda, em demasia, schumpeteriana, em sua preocupação com a descontinuidade e "destruição criativa". Neste sentido, é mais provável explicar o sucesso das firmas ou setores particulares pelas inovações principais e firmas pioneiras do que pelo esforço sustentado e pequenas melhorias (Rosenberg, 1994). Igualmente, na discussão da sustentabilidade da vantagem competitiva, tem havido uma preocupação excessiva em considerar, fundamentalmente, a combinação (ajuste rápido ou 'mover-se primeiro') dos recursos internos como função dos requerimentos necessários das mudanças externas ou ambientais. O incentivo para inovar não tem como origem apenas o exame do ambiente para avaliar a taxa ou ritmo da mudança tecnológica e a natureza dos mercados e da competição.

Um importante aspecto destacado por (Nelson, 1991), que tem recebido pouca atenção, é a característica relativamente *estável* ou *regular* do processo cumulativo e irreversível das capacidades inovativas. Parece haver uma certa negligência em não se admitir o significado econômico ou o poder cumulativo de numerosas mudanças incrementais, pequenas. Na verdade, o *curso contínuo* de pequenas melhorias tem se tornado o aspecto essencial do sucesso no processo competitivo (Rosenberg, 1994).

1.2 Identificação do Problema

Em termos de mudança técnica, o processo de inovação, em geral, é explicado pelas mudanças principais (inovações radicais), que ocasionalmente emergem da pesquisa básica (P), e pelas mudanças incrementais (inovações contínuas), que comumente emergem das atividades de desenvolvimento (D).

Primeiramente, quando uma *inovação radical* (original) é introduzida (lançamento de novos produtos e tecnologias), a preocupação, por parte da firma, com o retorno econômico (vantagem econômica) da inovação, cuja apropriabilidade depende dos mecanismos de proteção baseados em direitos de propriedade e posição de mercado, por exemplo. Neste caso, as firmas devem explorar a "vantagem de mover-se primeiro" para garantir o fluxo estável de retornos enquanto não esgotar a eficácia dos mecanismos de proteção contra a imitação; a vantagem termina depois que todas as tentativas de imitação tenham cessado (Foss, 1997, p. 12). Neste estágio inicial da inovação, os produtos são *economicamente viáveis* para as firmas que possuem capacidades de pesquisa fortes, porém um fraco desempenho em capacidades de desenvolvimento - inovações comumente muito pobres em desenho e mau adaptadas às aplicações finais (Rosenberg, 1994).

Em segundo lugar, quando uma *inovação incremental* é continuamente mantida, a preocupação da firma passa a ser com o esforço sustentado e o curso contínuo de pequenas melhorias (retornos tecnológicos) para superar ou poupar esforços em avanços contínuos (vantagem tecnológica). Neste estágio de comercialização, a apropriabilidade passa a ter como fonte o conhecimento "*in-house*", especialmente em desenho e engenharia, que desenvolvem produtos *tecnologicamente viáveis* através de melhorias incrementais (qualidade e *design*) e redução de custos (produção em massa). Nestas circunstâncias, o

conhecimento *in-house* desfruta de proteção contra a imitação devido a sua natureza tácita e socialmente complexa.

Nestes termos, a questão central da presente pesquisa é: *qual é a relação entre as capacidades de desenvolvimento e a vantagem competitiva sustentável, a partir da Visão Baseada em Recursos*. A ênfase aqui recai sobre a natureza específica à firma da "pesquisa em desenvolvimento" ("*developmental research*") como um aspecto importante para a análise do ponto de partida da "mudança" que ocorre no âmbito da firma. Sendo assim, um conjunto de questões subjacentes é colocado para discussão:

- (a) a identificação das principais fontes de recursos que determinam o processo de desenvolvimento de tecnologias disponíveis à firma;
- (b) a caracterização do processo de desenvolvimento pelo qual ocorre a exploração das oportunidades tecnológicas oriundas dos recursos e o desenvolvimento das capacidades tecnológicas, organizacionais e gerenciais específicos à firma;
- (c) a identificação dos principais fatores que condicionam e complementam o processo de desenvolvimento dos recursos da firma; e
- (d) a influência do processo de desenvolvimento sobre o desempenho e comportamento da firma.

O problema assim colocado, permite, aqui, reconhecer explicitamente o papel da iniciativa (esforço deliberado) de caráter empresarial em lançar novas idéias (empreendedorismo), das habilidades em executar e operacionalizar as idéias (competências gerencial e técnica) e da crença dos membros da firma de que eles podem 'aprender' sobre os recursos com os quais estão trabalhando (aprendizagem).

Em suma, sendo a firma uma "coleção de recursos" (Penrose, 1959), a interação entre conhecimento, habilidade, aprendizado, bem como os meios de organização

(coordenação) e combinação (transformação) dos recursos pode proceder do esforço de busca e descoberta na forma de pesquisa. O 'modo de organização' de tudo isto pode ser expressado pelas 'capacidades de desenvolvimento'.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo principal

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo teórico de vantagem competitiva sustentável baseada em capacidades de desenvolvimento de recursos da firma.

1.3.2 Objetivos específicos

O desenvolvimento de uma estrutura de análise, de acordo com os propósitos deste trabalho, tem os seguintes objetivos específicos:

- 1 - sintetizar as principais contribuições da literatura sobre a abordagem baseada em recursos no que diz respeito às possíveis fontes de sustentabilidade da vantagem competitiva;
- 2 - definir os conceitos-chave que servirão de base para o entendimento da estrutura de análise da sustentabilidade da vantagem competitiva;
- 3 - elaborar um modelo teórico de sustentabilidade da vantagem competitiva com a definição dos elementos básicos envolvidos na dinâmica das capacidades de desenvolvimento das firmas inovadoras; e

4 - apresentar uma aplicação do modelo proposto em um grupo de empresas fornecedoras especializadas do setor mecânico brasileiro, como casos ilustrativos.

1.4 Formulação da Hipótese

Elaborado o problema, cumpre formular a seguinte hipótese passível de ser investigada conforme os propósitos deste trabalho.

- *As capacidades de desenvolvimento permitem a firma buscar novas combinações de recursos (realce de recursos e melhorias de processos de produção e de produtos) para obter vantagem competitiva sustentável.*

De acordo com Penrose (1959, p. 114), seja qual for o propósito do esforço de desenvolvimento de uma firma, a exploração e a pesquisa envolvidas certamente acelerarão a produção de novos conhecimentos e a criação de novos *serviços produtivos* dentro da firma, que, por sua vez, alterará e realçará os recursos disponíveis à firma. A natureza específica à firma da "pesquisa em desenvolvimento" ("*developmental research*") retarda a difusão de conhecimento tecnológico, e, desse modo, reforça a apropriabilidade dos "retornos" obtidos de P&D (Helfat, 1994, p. 173).

Estas suposições são fundamentadas na Visão Baseada em Recursos, que procura analisar as condições que garantem e sustentam a firma reter os recursos que são específicos a ela ou não são facilmente transferíveis. A perspectiva fundamental desta visão está em destacar a possibilidade da firma desenvolver vantagem competitiva (sustentável), não com base em restrições deliberadas (poder de mercado ou eficiência) e

legais (direitos de propriedade bem definidos)², mas sim em restrições complexas (a auto-reprodução dos recursos pela firma em si é tão difícil quanto a imitação pelos competidores, porque eles são sutis e difíceis de entender) e tácitas (dificuldade de codificar e transferir conhecimento).

Esta é uma visão ainda pouco explorada pela literatura existente, tais como economia organizacional e teoria da estratégia. Desenvolvimentos teóricos recentes sobre esta abordagem vêm apontando uma nova direção para o avanço teórico sobre esta abordagem no campo de pesquisa surgido da integração disciplinar entre a economia e a engenharia.

² Os recursos “apropriáveis”, em geral, são mais fáceis de serem imitados (reproduzidos) pelos competidores, se eles não estiverem sob a proteção dos direitos de propriedade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo visa fazer uma síntese das principais contribuições da literatura sobre o desenvolvimento da *Visão Baseada em Recursos*. Esta abordagem é fortemente baseada na noção de sustentabilidade da vantagem competitiva. A abordagem baseada em recursos tem como foco as condições pelas quais os recursos internos da firma geram vantagem competitiva.

O primeiro tópico faz uma breve análise da emergência da Visão Baseada em Recursos e das distintas abordagens que ela possui sobre a vantagem competitiva. O segundo, apresenta uma visão panorâmica da abordagem baseada em recursos, que serve como fundamento teórico do presente trabalho de pesquisa. Inicialmente, mostra-se a estrutura básica da Visão Baseada em Recursos. Em segundo lugar, realiza-se uma discussão crítica das condições ou atributos básicos pelos quais os recursos geram vantagem competitiva sustentável. No último tópico, mencionam-se as implicações estratégicas para a aplicação do modelo existente da vantagem competitiva.

2.1 Vantagem Competitiva Posicional e Vantagem Competitiva Sustentável

Na análise da vantagem competitiva, a literatura estratégica focaliza as fontes geradoras das taxas de retornos acima do normal, isto é, retorno (renda) em excesso dos custos de oportunidade do proprietário de um recurso. Nesta perspectiva, uma firma seleciona sua estratégia de “busca contínua por retorno” baseada nas capacidades dos recursos dela. A vantagem competitiva aqui se baseia na capacidade estratégica da firma

em focar a coordenação do esforço humano e a habilidade de avaliar efetivamente a posição do recurso da firma, em termos de ‘pontos fortes e fracos’ (estratégias para explorar os ativos existentes específicos à firma). A posição dos recursos (ou ativos) específica à firma se refere, por exemplo, à dotação corrente de tecnologia, propriedade intelectual, ativos complementares, base de consumidores e seus relacionamentos com fornecedores e integrados (Teece *et al.*, 1997, p. 518). Esta visão enfatiza a importância de se determinar o que as firmas são e como elas se distinguem das outras³.

Neste sentido, o ponto de partida da análise da vantagem competitiva está na avaliação sobre o que uma firma faz ou pode fazer (processo organizacional e gerencial)⁴ com a dotação de recursos que dispõe, a um dado ponto no tempo. Entretanto, a firma deve ser vista em uma perspectiva ‘histórica’ (‘evolucionária’), onde a posição corrente dela é, freqüentemente, formada pelo caminho que ela tem percorrido (“*dependência de caminho*”):

“A qualquer ponto no tempo, as firmas devem seguir uma certa trajetória ou caminho de desenvolvimento de competências. Este caminho não apenas define quais escolhas estão abertas a uma firma hoje, mas ele também impõe limites em torno dos quais será determinado seu provável repertório interno no futuro.” (Teece *et al.*, 1997, p. 515)

Assim, as firmas, a vários pontos no tempo, assumem um conjunto amplo de ‘comprometimentos’ quase-irreversíveis (ou não auto-destrutíveis) para certos domínios de recursos ou competências (Nelson, 1991; Teece *et al.*, 1997) ou, em outras palavras,

³ Learned *et al.* (1969) postularam que o sucesso de uma firma depende do desenvolvimento de uma competência realmente distinta. Nas palavras de Andrews (1987: 47), “competência distintiva” consiste no que uma organização pode, particularmente, fazer bem (*apud* Teece *et al.*, 1997).

⁴ Entende-se como rotinas e padrões de aprendizado e práticas correntes (Teece *et al.*, 1997)

aderem (escolha apropriada da trajetória de *fluxos*) um conjunto de políticas consistentes para a acumulação do estoque de ativos (Dierickx e Cool, 1989).

De um modo geral, a implementação de estratégias de mercado de produtos da firma deve requerer recursos apropriáveis (comercializáveis) e não-apropriáveis (não-comercializáveis). Não há dúvida que uma firma emprega ambos os tipos de recursos, porém, quando os recursos necessários (relevantes) para a implementação de uma estratégia específica são livremente comercializáveis (recursos que são comprados e vendidos sem qualquer restrição, exceto o preço de mercado de fatores), estes não proporcionam uma vantagem competitiva sustentável. É mais provável que o sucesso na implementação de uma estratégia esteja fortemente relacionado ao requerimento de recursos altamente específicos à firma, tais como habilidades, conhecimento e cultura (Dierickx e Cool, 1989). Por serem componentes *acumulados* internamente, argumentam os autores, tais recursos não são comercializáveis, logo estão sujeitos à imitação ou substituição pelos competidores que os desejam, mas não podem comprá-los no mercado de fatores. Contudo, a não-comerciabilidade de um recurso é uma condição necessária, mas não suficiente, para a sustentabilidade da vantagem competitiva.

A literatura sobre estratégia tende a enfatizar aspectos do posicionamento estratégico, em termos de escolha entre vantagem de diferenciação ou de custo e entre o escopo de mercado amplo ou restrito, em que o fundamental para estas escolhas é a posição do recurso da firma. Por exemplo:

“A habilidade para estabelecer uma vantagem de custo requer a posse de plantas eficientes em escala, tecnologia de processo superior, propriedade de fontes de baixo-custo de matérias-primas ou acesso ao trabalho de baixo-salário. Similarmente, a vantagem de diferenciação é conferida pela reputação

da marca, propriedade de tecnologia ou uma ampla rede de vendas e serviços.” (Grant, 1991, p. 117)

As firmas, ainda, podem se diferenciar em informação, sorte e/ou capacidades (Barney, 1986), mas um ponto forte ou uma fonte importante de heterogeneidade entre elas (vantagem competitiva a um ponto no tempo) está no “caráter único do recurso da firma” (Penrose, 1959), como, por exemplo, competência distintiva e rotina organizacional superior (Mahoney e Pandian, 1992: 364-365), *know-how* (Teece, 1980), reputação (Dierickx e Cool, 1989), ativos especializados⁵ (Teece, Pisano e Shuen, 1997).

Portanto, a noção de vantagem competitiva requer, além da exploração dos recursos e capacidades internas e externas, o desenvolvimento (investimento, renovação e alavancagem) de novos recursos e capacidades (Prahalad e Hamel, 1990, Collis e Montgomery, 1995; Teece *et al.*, 1997) ou a combinação de habilidades (competências/capacidades) e recursos únicos (essenciais/dinâmicos) que construa, mantenha e realce as vantagens distintivas e difíceis de imitar.

Assim, o interesse da *Visão Baseada em Recursos* é “ligar o entendimento da vantagem competitiva e das dinâmicas da vantagem competitiva às características dos recursos e como estas características mudam ao longo do tempo” (Foss, 1997, p. 7). Em decorrência disto, surgiu a noção de *sustentabilidade* como função das “barreiras à imitação” dos recursos. Em outras palavras, a *sustentabilidade* é alcançada desde que a condição básica de *heterogeneidade* da vantagem seja preservada (tenha vida longa), ou seja, deva ser relativamente durável ao *adicionar valor*. A sustentabilidade da vantagem

⁵ Os ativos, assim chamados por Teece *et al.* (1997), incluem ativos de conhecimento difícil de trocar e ativos complementares a eles, bem como seus ativos reputacional e relacional.

competitiva está sujeita à competição na acumulação do estoque de recursos (Dierickx e Cool, 1989), ou seja, aos fatores críticos que limitam a competição *ex-post* - imitabilidade imperfeita e substituibilidade imperfeita - e ao fator imobilidade ou mobilidade imperfeita (Peteraf, 1993). Nestes termos, a sustentabilidade é *subsequente* a uma posição superior ganha pela firma, gerando, deste modo, retornos superiores ao resistirem a *erosão* (diluição) pelo comportamento dos competidores. Em um contexto evolucionário, a sustentabilidade é um processo dependente da história (caminho) [Arthur, 1988; Barney, 1991; Nelson e Winter, 1982; Dosi, Teece e Winter, 1992].

Dentro da abordagem baseada em recursos, as condições pelas quais os recursos geram vantagem competitiva podem ser agrupadas em duas dimensões: (1) *vantagem competitiva posicional*, que reúne as condições que definem (distinguem) o tipo, a magnitude e a natureza do estoque de recursos adquiridos ou construídos pela firma, enfocando os fatores que dificultam ou limitam a livre expansão ou imitação (reprodução) por outras firmas; e (2) *vantagem competitiva sustentável*, que reúne as condições que garantem e sustentam a firma reter os recursos que são específicos a ela ou não são facilmente transferíveis.

A distinção fundamental entre as duas maneiras de abordar a vantagem competitiva está na natureza dos ‘mecanismos de proteção’. Enquanto que a primeira enfatiza o desenvolvimento da vantagem competitiva (posicional) com base em restrições deliberadas (poder de mercado ou eficiência) e legais (direitos de propriedade bem definidos)⁶, a segunda focaliza as restrições complexas (a auto-reprodução dos recursos

⁶ Os recursos “apropriáveis”, em geral, são mais fáceis de serem imitados (reproduzidos) pelos competidores, se eles não estiverem sob a proteção dos direitos de propriedade.

pela firma em si é tão difícil quanto a imitação pelos competidores, porque eles são sutis e difíceis de entender)⁷ e tácitas (dificuldade de codificar e transferir conhecimento).

A eficácia de ambos os mecanismos de proteção está fortemente associada à natureza e às características dos recursos. O *know-how*, por exemplo, vem ganhando cada vez mais importância como um diferenciador e, talvez, como uma fonte de vantagem competitiva para a firma. Ele é um recurso intangível, cuja proteção da sua apropriabilidade depende dos direitos de propriedade intelectual (forte ou fraco). Em outras palavras, certos recursos (tais como patentes, marcas registradas, segredos comerciais, direitos autorais, projetos registrados, contratos e licenças e bases de dados) podem ser protegidos contra a imitação ou reprodução pelos competidores através dos direitos de propriedade intelectual.

Quando os recursos são ‘baseados na propriedade’ (recursos de propriedade)⁸, a proteção contra a imitação pelos competidores depende, fundamentalmente, de restrições deliberadas ou legais, mesmo que muitos competidores tenham o conhecimento suficiente para reproduzir estes tipos de recursos dos rivais. Contudo, a patente, por exemplo, proporciona pouca proteção contra a imitação dos recursos físicos de uma firma (Barney, 1995); mesmo que uma tecnologia de produto seja patenteada, ela pode ser obtida através de estratégias do tipo engenharia reversa (Winter, 1987; Teece, 1998). Além disso, o controle deste tipo de recursos torna-se vulnerável às mudanças no ambiente: mudanças no comportamento dos competidores (novos rivais, novos produtos, novos processos, etc.); mudanças no gosto dos consumidores; mudanças nas condições das fontes de oferta (novos substitutos, por exemplo); ou mudanças nas leis e estatutos que regem contratos. Winter

⁷ Lippman e Rumelt (1982) chamam isto de ambigüidade causal.

⁸ Esta tipologia se baseia fundamentalmente no fato de a propriedade intelectual, além de constituir uma barreira legal, também possibilita a comercialização dos recursos (a propriedade intelectual pode ser comercializada).

(1987), ao investigar a eficácia de vários modos de proteger os retornos de inovações, tais como patentes, segredos, *lead time*, e serviços e vendas superiores, constatou que a patente tende a ser mais importante em produtos do que em processos. Por exemplo, a patente tende a ser útil nas áreas de droga e química, onde o produto é facilmente analisado e copiado. Por outro lado, torna-se um fator irrelevante em indústrias inovativas, tais como equipamentos de telecomunicações e computadores, onde o ambiente é tão dinâmico que as patentes se tornam obsoletas.

Quadro 1: Autores representativos da vantagem competitiva posicional e da vantagem competitiva sustentável

Vantagem Competitiva	Foco de Análise	Fontes de Vantagem	Autores
Posicional	Organização Industrial		
	Imperfeições no mercado de produtos; Barreiras à entrada; Barreiras de mobilidade.	Pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças ambientais; Posição no mercado de produtos; Atratividades da indústria.	Bain (1959) Learned et al. (1969) Andrews (1971) Caves e Porter (1977) Porter (1980 e 1985)
	Visão Baseada em Recursos		
	Imperfeições no mercado de fatores; Expectativa e sorte ou acaso; Assimetria de informações; Barreiras de posição do recurso; Barreiras de mobilidade; Apropriabilidade do recurso; Direitos de propriedade eficaz; Valor no sentido econômico.	Pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças da firma individual; Posição no mercado de fatores; Atratividade dos recursos; Custo (baixo) de aquisição dos recursos.	Ansoff (1965) Andrews (1971) Wernerfelt (1984) Barney (1986 e 1991)
Sustentável	Heterogeneidade dos recursos; Especificidade dos recursos; Coerência corporativa; Barreiras à imitação: imitabilidade imperfeita/incerta, mobilidade imperfeita, substituibilidade imperfeita; Não-apropriabilidade dos recursos; Direitos de propriedade ineficaz; Valor no sentido não-econômico.	Serviços produtivos; Habilidade; competência; Capacidades (dinâmicas e organizacionais) essenciais; Aprendizado corporativo; Recursos especializados, co-especializados e complementares; Conhecimento distribuído/compartilhado; Mecanismos de isolamento; Ambigüidade causal; Dependência de caminho/história; Acumulação do estoque de ativos; Custo de desenvolvimento dos recursos.	Penrose (1959) Nelson e Winter (1982) Lippman e Rumelt (1982) Rumelt (1984 e 1987) Coyne (1985) Teece (1980, 1982 e 1986) Arthur (1988) Dierickx e Cool (1989) Barney (1991, 1995) Prahalad e Hamel (1990) Reed e DeFillipi (1990) Amit e Schoemaker (1993) Nelson (1991) Dosi <i>et al.</i> (1992) Teece <i>et al.</i> (1997)

Teece (1998, p. 57) argumenta que: "ativos de conhecimento são muitas vezes inerentemente difíceis de copiar; ademais, como os ativos físicos, alguns ativos de conhecimento desfrutam de proteção contra furtos sob as leis de propriedade intelectual de nações individuais". Todavia, cabe fazer a relação entre taciticidade e direitos de propriedade. Existem recursos que são protegidos não legalmente, mas sim pela própria natureza tácita e socialmente complexa do conhecimento.

Quando os recursos são ‘baseados no conhecimento’ (recursos de conhecimento), a proteção contra a imitação está muito mais relacionada à própria natureza tácita e “socialmente complexa” deles do que ao regime de propriedade intelectual (forte ou fraco). Além disso, a imobilidade ou transferência de recursos pode ser explicada não só pela combinação da “especificidade” (“*uniqueness*”) com direitos protegidos por leis para o uso exclusivo de recursos únicos, mas também pela conexão entre especificidade e esforço incerto e difícil envolvido no processo de reprodução deles (imitabilidade incerta) [Lippman e Rumelt, 1982, p. 420]. Por exemplo, a tecnologia de processo é muito difícil de imitar quando ela não necessita ser exposta em contextos (depósito de patentes, por exemplo), no sentido de se beneficiar dela (lucrar). Neste caso, o segredo (comercial) é a proteção mais eficaz ao impedir que os competidores possam aprender (ou conhecer) sobre este tipo de tecnologia (conhecimento na forma de habilidades e competências). Um segredo comercial pode ser protegido em acordos não-revelados, em evitar a rotatividade de pessoal e em evitar o acesso às firmas vendedoras ou compradoras [Winter, 1987; Teece, 1998]. Em alguns casos, mesmo quando a competência é protegida por patente, a duplicação por um competidor é ineficaz quanto à maneira de acessar a tecnologia (Teece, Pisano e Shuen, 1997).

Em suma, as condições que explicam como o ‘estoque’ de recursos (tangíveis e intangíveis) de uma firma determina a sua *posição competitiva* e, portanto, a sua lucratividade potencial (apropriabilidade), bem como as condições que determinam a sustentabilidade da vantagem competitiva da firma estão sintetizadas no quadro 1.

2.2 Abordagem Baseada em Recursos: uma visão panorâmica

Esta é uma perspectiva recente que vê os recursos como o fundamento para a estratégia da firma – Visão Baseada em Recursos. Esta nova abordagem considera as competências, capacidades (“*capabilities*”), habilidades (“*skills*”) como sendo a ‘base de conhecimento’ produtivo e organizacional e, por sua vez, a fonte mais importante da vantagem competitiva, da heterogeneidade e do retorno (lucratividade) das firmas, a longo prazo ou de vida longa. O objetivo principal da perspectiva baseada em recursos é *explicar a criação, manutenção e renovação da vantagem competitiva em termos de recursos do lado da firma* (recursos internos). Sua contribuição básica é uma análise minuciosa das condições sob as quais os recursos gerem retornos, ou seja, recursos heterogêneos, imóveis e difíceis de imitar são ativos estratégicos geradores de retornos para a firma.

Algumas contribuições clássicas (precursores), tais como Edith Penrose (1959) e Harold Demsetz (1973), têm tido o mérito de ter antecipado o desenvolvimento da pesquisa sobre estratégia da firma contemporânea, desde a publicação, em 1984, dos artigos ‘*A Resource-Based View of the Firm*’, de Birger Wernerfelt, e ‘*Towards a Strategic Theory of the Firm*’, de Richard P. Rumelt. Nesta área de pesquisa, a ligação recursos-estratégias tem sido objeto de análise de muitos estudiosos como Jay Barney, Margaret A. Peteraf, Ingemar Dierickx & Karel Cool, David Teece, entre outros.

Foss (1997, p. 7) sintetiza muito bem a estrutura básica da *Visão Baseada em Recursos* em termos de fundamentos empírico e teórico. Empiricamente, a Visão Baseada em Recursos analisa a vantagem competitiva partindo de duas generalizações:

1. *Existem diferenças assimétricas entre firmas na medida em que controlam recursos que são necessários para implementar estratégias.*
2. *Estas diferenças são relativamente estáveis.*

Combinando, segundo o autor, estas duas generalizações empíricas com outras suposições fundamentais, que são em grande medida derivadas da economia, emerge a Visão Baseada em Recursos a partir de duas suposições básicas:

1. *Diferenças na dotação de recursos das firmas causam diferentes desempenhos.*
2. *As firmas buscam aumentar (e não necessariamente maximizar) o desempenho econômico delas.*

De um modo geral, tais fundamentos indicam que o desempenho das firmas depende da dotação de recursos construídos (através da acumulação interna) ou, se não, adquiridos (no mercado de fatores específicos) e que a criação, manutenção e renovação da vantagem competitiva das firmas estão, em grande parte, associadas aos recursos (atributos) internos - as fontes de lucratividade são mais específica à firma do que à indústria (Foss, 1993).

Algumas firmas têm um desempenho superior *vis-a-vis* dos competidores, seja porque elas são dotadas de recursos que têm, intrinsecamente, níveis diferenciais de 'eficiência' (recursos capazes de produzir mais economicamente) e de 'eficácia' (recursos capazes de melhor satisfazer o desejo dos consumidores) [Peteraf, 1993, p. 180], seja porque elas possuem algo especial, único e difícil de ser reproduzido pelos rivais (Penrose, 1959; Prahalad e Hamel, 1990; Nelson, 1991; Barney, 1991). São justamente estas

habilidades (competências/capacidades) e recursos únicos (essenciais/dinâmicas) que comumente se atribui como *fonte de vantagem competitiva*.

Na literatura *baseada em recursos*, evidências sugerem que as firmas constroem vantagens duradouras apenas através da eficiência e eficácia (Rumelt, 1984; Teece, 1984; Wernerfelt, 1984). Desenvolvimentos seguintes em economia organizacional e estudos de mudanças organizacional e tecnológica têm sido aplicados a questões estratégicas. Mais recentemente, desenvolvimentos em capacidades de gerenciamento, combinadas com habilidades organizacionais, tecnológicas e funcionais difíceis de imitar - as chamadas “capacidades dinâmicas” -, têm focado a exploração das competências existentes, interna e externamente, específica à firma em conduzir as mudanças no ambiente (Teece, Pisano e Shuen, 1997).

Neste sentido, a estratégia competitiva de uma firma envolve, de um lado, um propósito (adquirir uma vantagem competitiva sustentável e, por conseguinte, intensificar o desempenho do negócio) e, de outro, a organização dos recursos para a realização deste propósito, de alguma maneira desejada; significa dizer que os recursos estão ligados a algum propósito estratégico (Penrose, 1959). A firma deve selecionar suas estratégias para gerar retornos (lucros) baseados nos seus recursos (Andrews, 1971 e Ansoff, 1965 *apud* Teece *et al.*, 1997) e propiciar um “ajuste dinâmico” com as oportunidades externas (consumidores, competidores e tecnologia, por exemplo) [Collis e Montgomery, 1995 e 1998; Teece e Pisano, 1994; Teece, Pisano e Shuen, 1997; Barney, 1991 e 1995]. A formulação de estratégias deve considerar não apenas a eficiência e eficácia na construção de vantagem sustentável, mas, também, as mudanças organizacional e tecnológica e o processo dinâmico envolvido no relacionamento entre as competências ou capacidades específicas à firma (essenciais).

Esta perspectiva resulta, de um modo geral, na visão que ‘o que’ as firmas fazem é determinado não apenas pelas condições que elas enfrentam e (possivelmente) por certos atributos únicos que elas possuem (escolha de uma localização ou propriedade de uma tecnologia, por exemplo), mas principalmente pelas *condições implícitas* nos recursos com os quais elas trabalham.

De acordo com o exposto acima, Barney (1991, p. 102) postula que “uma firma é dita ter *vantagem competitiva sustentável* quando ela está implementando uma estratégia de criação de valor não sendo simultaneamente implementada por qualquer um dos competidores correntes ou potenciais e quando estas outras firmas são incapazes de duplicar os benefícios destas estratégias”. Neste sentido, Barney (1991, pp. 105-106) lista quatro atributos ou *condições necessárias e relacionadas entre si* para uma firma manter uma *vantagem competitiva sustentável*:

- a) o recurso deve ser *valioso*;
- b) o recurso deve ser *raro* entre os competidores correntes e potenciais de uma firma;
- c) o recurso deve ser *imperfeitamente imitável*; e
- d) não pode haver *substitutos estrategicamente equivalentes* para estes recursos, que são valiosos, mas também raros ou imperfeitamente imitáveis.

Com base nestes atributos, Barney (1991) procurou formular logicamente um conjunto de regras para sistematicamente criar vantagem competitiva, ou seja, dependendo das características dos atributos dos recursos que uma firma possui (fontes de vantagem), pode-se diferenciar a vantagem competitiva de três maneiras: *equivalente*, *temporária* ou *sustentável*. Entretanto, o autor ainda mantém uma forte influência do modelo tradicional “*strengths-weakness-opportunities-treats*” (análise ambiental) em sua análise sobre a vantagem competitiva. Todavia, apesar das limitações eventualmente apresentadas (falta

de clareza e de definição de alguns conceitos, por exemplo), o modelo formulado por Barney (1991) tenta explorar duas suposições básicas (heterogeneidade e imobilidade dos recursos), através das quais a visão baseada em recursos pode melhor analisar as fontes da vantagem competitiva. Sendo assim, o seu modelo baseado em recursos da firma assume que “as firmas dentro de uma indústria (ou grupo) podem ser heterogêneas com respeito aos recursos estratégicos que elas controlam”, e como tais, “estes recursos não podem ser perfeitamente móveis entre eles, e, então, a heterogeneidade pode ser duradoura.” (Barney, 1991, p. 101)

A discussão deste modelo torna-se útil para entender os desenvolvimentos recentes sobre a visão baseada em recursos, bem como para se fazer algumas considerações a respeito de cada atributo, a seguir pontuados.

2.2.1 Recursos valiosos

O conceito *valioso*, reproduzindo a idéia Ricardiana, é resultado do recurso escasso/raro: o proprietário de um *recurso valioso* consegue se apropriar do retorno. Dentro desta perspectiva, os altos retornos são resultantes das características dos recursos, ou seja, dos “*recursos atrativos*” (recursos que combinem bem com àqueles que as firmas já têm e em que elas provavelmente estão competindo apenas com poucos adquirentes), que podem sustentar uma “barreira de posição do recurso” (Wernerfelt, 1984), ou dos “*recursos estratégicos*” (recursos cujo custo de aquisição seja significativamente menor do que o valor econômico deles - valor presente líquido), que são necessários para a implementação de estratégias de mercado de produtos (Barney, 1986). Este argumento está baseado em duas premissas básicas: a) na facilidade de identificação dos recursos

geradores de altos retornos (recursos comercializáveis); e b) no modo de aquisição destes recursos (imperfeições competitivas no mercado de fatores estratégicos - firmas bem informadas e/ou com "sorte" e sujeitas ao "acaso").

Wernerfelt (1984) salienta que o proprietário de um recurso é capaz de manter uma posição de barganha *vis-a-vis* outros proprietários, ao criar uma mobilidade imperfeita ou barreira de mobilidade, possibilitando-lhe obter um retorno alto, isto é, uma vantagem competitiva.

Ao fazer uma relação entre recursos e lucratividade, Wernerfelt (1984) propõe analisar os recursos de uma dada firma em termos de pontos fortes e fracos, como analogia à análise de Porter (1980). Em termos gerais, os retornos gerados pelos recursos dependem do poder de barganha dos fornecedores (poder de monopólio dos produtores de um recurso - detentor de patentes, por exemplo) e compradores (monopsonistas do produto resultante do uso de um recurso pelo produtor – máquinas desenvolvidas que são completamente idiossincráticas a um consumidor, por exemplo), bem como das ameaças impostas pelos recursos substitutos disponíveis.

Wernerfelt (1984) formula o termo “barreiras de posição do recurso” (análogo à “barreiras à entrada”) para explicar o quanto uma firma que já tem o recurso afeta os custos e/ou as receitas dos posteriores adquirentes. O proprietário do recurso, neste caso, conta com a vantagem de mover-se primeiro. A barreira de posição do recurso pode ser construída pela identificação de classes de recursos e o modo de aquisição deles (custo e receita), tais como *capacidade da máquina* (economia de escala no uso de recursos), *fidelidade do consumidor* (os primeiros compradores conseguem pagar menos pelo recurso, como mover-se primeiro no acesso a matérias-primas, por exemplo), *experiência de produção* (estratégia da curva de experiência), e *liderança tecnológica* (capacidade de

manter pessoal talentoso de modo que a organização possa desenvolver idéias avançadas) [Wernerfelt, 1984, p. 174].

Para Barney (1986, p. 1232), o tamanho dos retornos para as estratégias de mercado do produto dependerá do custo necessário para a implementação delas, ou seja, do custo do *recurso estratégico*. Tal custo, por sua vez, dependerá das características competitivas do “mercado do fator estratégico” relevante, como participação no mercado, reputação da corporação, habilidades de pesquisa e desenvolvimento, etc.. Peteraf (1993), por sua vez, atribui os altos retornos a uma "restrição deliberada" da produção, em termos de competição espacial e diferenciação de produtos - *rendas de monopólio*.

Para Penrose (1959, p. 181), embora a vantagem competitiva possa proceder do monopólio de algum recurso natural escasso, do poder de aplicar pressões financeiras e outras sobre os fornecedores e competidores, ou sobre uma patente ou sobre uma reputação bem cultivada com os consumidores. Existem aspectos muito mais importantes a serem considerados a respeito disto.

Ao contrário de Barney (1986), Penrose (1959, p. 44) argumenta que o mercado de fatores (imperfeito ou não) não representa um limite para a firma tirar vantagem de uma oportunidade.

“... uma firma não está confinada às posições e à produtos particulares pela oferta de recursos ou pela demanda por produtos no mercado, desde que haja oportunidades abertas para o uso de recursos diferentes ou adicionais obtíveis no mercado, o limite fundamental à oportunidade produtiva não pode se encontrar nas condições de oferta e demanda externas; nós podemos olhar dentro da firma em si.”

Adotando uma visão mais dinâmica, o *valor* dos recursos deve residir em uma função particular, como pesquisa e desenvolvimento, ou um “ativo”, como a identidade da marca corporativa, por exemplo, conforme Collis e Montgomery (1995) enfatizam. Recursos *valiosos*, dizem eles, podem assumir uma variedade de formas, pois dependem da combinação de recursos e do caminho que a firma está perseguindo. Um recurso valioso pode ser *físico* (tal como uma rede de cabos domésticos de uma companhia de TV por assinatura, que em combinação com uma companhia telefônica pode se tornar um negócio vantajoso no mundo de multimídia interativo - potencialidades dos recursos físicos), *intangível* (tais como nome da marca ou *know-how* tecnológico) ou uma *capacidade organizacional* (rotinas, processos e cultura da companhia).

Dierickx e Cool (1989) argumentam que o pacote de recursos inclui não só ativos *comercializáveis*, como Barney (1986) focalizou, mas também ativos *não-comercializáveis*. A não-comerciabilidade de um ativo é atribuída a duas características fundamentais: *não-apropriabilidade e especificidade*. Ativos não-apropriáveis decorrem, entre outras fontes, da ausência de direitos de propriedade bem definidos ou da “praticabilidade da escrituração contábil”, tais como lealdade dos comerciantes e confiança dos consumidores. Da mesma forma, ativos altamente específicos à firma são idiossincráticos⁹ (peculiares), tais como habilidades, conhecimento e valores. Recursos com ambas as características são *acumulados* internamente, razão pela qual torna tais ativos impedidos de serem comercializados no mercado aberto (Dierickx e Cool, 1989, p. 1505).

Penrose (1959, p. 75) define o *valor* dos recursos pelo seu caráter *único*.

⁹ Vide Willianson (1979).

“... não apenas cada recurso é único, mas muito dos seus serviços são únicos no sentido que o mesmo serviço não é repetível. Uma idéia produzida, uma tomada de decisão, uma importante injustiça cometida contra o empregado, cada qual é uma operação de valor único na organização da produção - serviços desempenhados que não podem ser repetidos.”

É esta heterogeneidade de *serviços* produtivos disponíveis ou potencialmente disponíveis dos recursos humanos e outros (modos diferentes de usar os recursos materiais para diferentes propósitos, por exemplo) que dá a cada firma seu caráter único.

Considerando o significado dos recursos com que uma firma trabalha e os serviços produtivos que eles podem gerar como função do conhecimento, bem como a própria crença dos empresários de que podem aprender mais sobre os recursos com que eles estão trabalhando e sobre o negócio deles; o valor dos recursos procede, então, da “relação causal à conduta” (Penrose, 1959). Neste sentido, a ‘construção’ do estoque de recursos é um processo deliberado e consciente de desenvolvimento da experiência e conhecimento do pessoal da firma¹⁰, visando aumentar sua eficiência, eficácia e lucratividade. Dierickx e Cool (1989) menciona que a lealdade dos negociantes pode ser cultivada, a confiança dos consumidores pode ser gerada através da história da negociação honesta, a lealdade à marca pode ser acumulada através de gastos com publicidade, a experiência tecnológica pode ser desenvolvida através de gastos com P&D, as habilidades, conhecimentos e cultura específicos à firma são acumulados através de aprendizado e treinamento, etc.

¹⁰ Além do custo de aquisição de um recurso no mercado de fatores, uma firma ainda incorre em um custo de desenvolvimento (adaptação) de um recurso ou habilidade para um uso específico desejado. Por exemplo, uma firma, ao contratar um “trabalho genérico”, para dotá-lo de habilidades e valores específicos à firma, ele deverá absorver aprendizagem e treinamento. Por esta razão, tal recurso torna-se não-comercializável, permanecendo assim, por um dado período de tempo, em oferta fixa (Dierickx e Cool, 1989). Igualmente, assumindo que o ‘estado da arte’ não é fixo, ou seja, é livremente disponível, o conhecimento adquirido por uma firma, que não é imediatamente disponível a todas as firmas, é acumulado através do esforço de inovação de produto, de processo e/ou organizacional (Penrose, 1959).

Seguindo esta lógica da não-comerciabilidade dos ativos, uma firma deve realizar o valor de seu pacote de recursos, não em um mercado de fatores relevante, e sim através do emprego dele no mercado de produtos, ou seja, o ativo não-comercializável possui um potencial de gerar retornos que está atrelado aos mercados de produtos (Dierickx e Cool, 1989). Como Amit e Schoemaker (1993, p. 35) afirmam: “os *Recursos* são convertidos dentro de produtos e serviços finais por usar em uma gama de outros ativos e por aglutinar em mecanismos, tais como tecnologia, sistemas de informação gerenciais, sistemas de incentivos, confiança entre gerência e trabalhadores, e outros”. De modo contrário, a não-comerciabilidade é requerida para assegurar que o recurso, uma vez empregado em um dado mercado de produto, mantenha-se em oferta fixa (não-imitável e não-substituível). Esta proposição de Dierickx e Cool (1989) é muito útil para entender como as firmas investem em recursos produtivos com a expectativa de *criar valor* no sentido de *produzir produtos de alta qualidade a baixos preços*.

Um recurso valioso deve contribuir para a produção de algo que os consumidores desejam a um preço que eles estejam dispostos a pagar. Neste sentido, os recursos e habilidades são considerados valiosos quando auxiliam uma firma a formular e implementar uma estratégia que melhore sua eficiência e eficácia. (Collis e Montgomery, 1995; Lazonick, 1992).

2.2.2 Recursos raros

A questão da *raridade* abordada por Barney (1991, p. 106) não está bem resolvida. Ele utiliza este conceito para explicar como “uma firma desfruta uma vantagem competitiva quando ela está implementando uma estratégia de criação de valor não simultaneamente implementada por grande número de outras firmas”. Em outras palavras, quando os recursos são *comuns*, eles podem ser explorados da mesma maneira para implementar estratégias *comuns*; logo, nenhuma firma obtém vantagem competitiva. Relacionando recursos com vantagem competitiva, Barney (1995) refere que se uma firma possui recursos e capacidades particulares valiosos, mas comum (não-raro), esta deve obter, ao menos, vantagem competitiva *equivalente* (*parity*).

Este argumento pode ser facilmente contraposto utilizando-se o mesmo exemplo de um recurso que pode ser escasso, citado por Barney (1991), o talento gerencial. O próprio autor admite que o talento gerencial é um tipo de recurso requerido na implementação de quase todas as estratégias, isto significa dizer que ele é, na verdade, um recurso não-raro, o importante, na avaliação do recurso, para a implementação de uma estratégia específica, não é o recurso em si, isto é, se ele é, em particular, acessível a todas as firmas, mas como ele é desenvolvido (acumulado) dentro (contexto) de cada firma. O ‘trabalho geral’, por definição, não é raro (disponível no mercado), mas as pessoas, uma vez contratadas, são dotadas de habilidades, conhecimentos e valores específicos à firma; elas incorporam outros recursos que são acumulados através da experiência, aprendizado e treinamento (Dierickx e Cool, 1989). Igualmente, o conhecimento em si não é fixo, mas ele não está imediatamente disponível a todas as firmas, muda com a experiência (história) de cada

firma e pode ser utilizado diferentemente conforme as habilidades inovativas disponíveis a cada uma (Penrose, 1959).

Peteraf (1993, p. 180) argumenta que a posição privilegiada de mercado de produto de uma firma é, em geral, adquirida ou protegida pelo emprego de recursos *raros* ou *escassos*, no sentido de serem limitados em oferta, ou seja, fatores produtivos *fixos* que não podem ser expandidos. Assim, os recursos ditos superiores são aqueles que, mantendo-se limitados em oferta, podem alcançar níveis intrinsecamente diferenciais de eficiência e eficácia. Os recursos *escassos* podem ser tanto em termos físicos (terra, minerais, equipamentos específicos, ou até mesmo uma planta) como recursos intangíveis (talento específico, informação, patentes, cultura, etc.). Nas palavras de Black e Boal (1994, p. 132), “a raridade de um recurso específico depende da combinação da raridade física no mercado de fator e/ou da raridade do valor percebido do recurso, devido a uma combinação de recurso particular da firma”. Além da limitação da oferta de um recurso, a *escassez* pode advir de restrições artificiais ou deliberadas do produto ou do poder de mercado, conhecidas como modelos de monopólio. Por exemplo, proteção governamental ou conluio quando barreiras a competidores potenciais são altas (Conner, 1991); ou competição espacial ou diferenciação de produto, seja pelo monopólio localizado ou específico (Peteraf, 1993), seja pela presença de barreiras de mobilidade intra-indústria que diferenciam grupos de firmas de outros (Caves e Porter, 1977), seja pelas vantagens de tamanho, de mover-se primeiro, de comprometimento irreversível ou outras (Ghemawat, 1986; Lieberman e Montgomery, 1988).

Conhecido como modelo Ricardiano, o argumento acima pode ser estendido (aplicado) aos recursos *quase-fixos*, que são muito mais frequentes e importantes, no sentido de que a oferta deles não pode ser rapidamente expandida, isto é, recursos que,

enquanto limitados no curto prazo, podem ser *renovados e expandidos incrementalmente ou acumulados* dentro da firma que os utiliza (Dierickx e Cool, 1989; Perteraf, 1993). Neste caso, se um recurso é apenas *temporariamente* fixo em oferta, tais como equipamento específico e *know-how*, então ele pode ser desenvolvido ou duplicado dentro de um período de tempo razoável, cujo retorno resultante pode ser temporário ou de curto prazo (Schomaeker, 1990).

Extrapolando o conceito de recurso ‘econômico’¹¹, que, por definição (teoria econômica tradicional), todos os ‘bens livres’ não têm valor, há ainda os recursos *livres (não-fixos)* que mantêm uma “relação causal à conduta” da firma.

“Se nós assumirmos que o ‘estado da arte’ não é fixo e, em particular, o conhecimento adquirido por uma firma não é imediatamente disponível a todas as firmas, então o fato de um ‘bem’ estar livremente disponível deve encorajar inovações que usem seus serviços na produção” (Penrose, 1959, p. 78)

Os recursos assim descritos são aqueles recursos confinados à firma e compartilhados por ela (*mobilidade imperfeita*), como conhecimentos tácito (intransferível) e distribuído (multi-pessoa), competência, reputação da marca, confiança dos consumidores, etc.

A ênfase colocada por Penrose (1959), sobre o significado dos recursos com os quais uma firma trabalha e sobre o desenvolvimento da experiência e conhecimento do seu pessoal, mostra que estes fatores amplamente determinam a resposta da firma às

¹¹ Na análise econômica tradicional, um ‘bem econômico’ é tudo aquilo que é escasso ou raro, limitado em quantidade, e que satisfaça uma necessidade humana. Sendo assim, toda coisa rara e escassa teria, necessariamente, um valor econômico. Os bens disponíveis em quantidade abundante, denominados de bens livres, são designados de bens não-econômicos, sem valor.

mudanças no mundo externo e também determinam o que uma firma ‘vê’ no mundo externo.

Portanto, a *raridade* deve ser entendida como resultado da conexão entre *especificidade* e outras três características intrinsecamente relacionadas dos recursos: (1) *capacidade*, (2) *durabilidade* e (3) *natureza*. Os recursos se diferem consideravelmente em capacidade dependendo da posição deles em relação à firma no tempo e no espaço. O uso limitado de um recurso físico durável determina sua capacidade produtiva em seu estado natural específico. Uma máquina qualquer, por exemplo, quando usada para um propósito, continua a gerar substancialmente o mesmo serviço por um determinado período de tempo. Recursos deste tipo são coisas que podem ser compradas ou arrendadas facilmente. Entretanto, dada a característica única dos *serviços* (habilidades, conhecimento, valores, eficiência, etc.) dos recursos humanos e dos recursos materiais, no sentido de que o mesmo *serviço* não é reproduzível, é que faz as firmas diferirem entre si (heterogeneidade).

“O ‘sucesso’ não é simplesmente uma questão de realizar um lucro contábil; para ser julgada bem sucedida, uma atividade deve ter encontrado o melhor uso dos recursos da firma do que qualquer uso alternativo; e permanece bem sucedida contanto que ele continue sendo o uso mais lucrativo, não apenas de quaisquer novos fundos que são requeridos para manter a posição competitiva, mas também dos recursos gerenciais e outros absorvidos por ela.” (Penrose, 1959, p. 178)

Muitos recursos são duráveis por continuarem a gerar os mesmos serviços por considerável período de tempo (vida útil longa), no caso das plantas e equipamentos; outros são rápida e completamente consumidos (não-duráveis) no processo de produção, como matérias-primas, por exemplo. Se um *serviço*, por sua vez, não for usado (posto em

prática), como, por exemplo, o lançamento antecipado de uma inovação *vis-a-vis* dos competidores, ele se perde (não pode ser testado), portanto, os serviços não são duráveis (desaparecem mesmo sem o uso), porém, são duradouros no sentido de que podem ser continuamente estocados, armazenados ou acumulados com o uso. A competência essencial, por exemplo, é um processo cumulativo e irreversível; ela aumenta e não deprecia na medida em que é aplicada e compartilhada ao longo do tempo. Além disso, precisa ser alimentada e protegida. Ela representa o somatório do aprendizado da interação entre o conjunto de habilidades individuais e as unidades organizacionais individuais (Prahalad e Hamel, 1994). Por estas razões que muitas firmas mantêm departamentos empenhados na pesquisa de novos produtos, novos métodos, novos usos para velhos produtos e novos mercados, seja vislumbrando a possibilidade da firma expandir-se em novas direções, seja buscando ajustamentos ‘defensivos’ diante da rápida obsolescência dos métodos, produtos e materiais, que freqüentemente forçam a firma não apenas a tentar manter, acima de tudo, novas pesquisas, mas, se possível, liderar na introdução de novas coisas (Penrose, 1959). O difícil é encontrar o “divisor de águas” entre estes dois propósitos.

Tudo isto requer investimentos em experimentação, pesquisa e inovação, isto é, renovação dos recursos, haja vista que a reputação da marca se deprecia devagar, o conhecimento das pessoas que trabalham dentro da firma aumenta e precisa ser explorado e compartilhado, as melhorias de custos e a qualidade dos competidores são desafiadoras, a participação no mercado necessita ser mantida, a lealdade do consumidor pelos produtos da firma precisa ser cultivada, etc.

Neste sentido, a natureza específica dos recursos, fortemente relacionada à atividade inovativa (pesquisa industrial), determina os elementos da posição competitiva da firma.

“Para muitas, se não para a maioria das firmas, a maior proteção efetiva a longo prazo tanto contra a competição direta quanto à competição indireta de novos produtos recairá na habilidade da firma em antecipar, ou ao menos acompanhar, inovações ameaçadoras em processos, produtos e técnicas de *marketing*.” (Penrose, 1959, p. 113)

Por conseguinte, do ponto de vista penrosiano, em um mercado altamente competitivo, a ameaça da competição de novos produtos, novas técnicas, novos canais de distribuição e novas maneiras de influenciar a demanda do consumidor é, em grande medida, uma influência mais importante sobre a conduta das firmas existentes do que outro tipo de competição (destruição ou prevenção da competição efetiva por meio de práticas competitivas predatórias ou mecanismos monopolísticos restritivos). Seu efeito primário é forçar a firma a querer manter-se no mercado, para um dado produto, para aprender tudo que pode sobre o produto, seu mercado e, em particular, a tecnologia relevante, e esforçar-se para antecipar as inovações de outras firmas.” (Penrose, 1959, pp. 113-14) Em tais circunstâncias, a vantagem competitiva em ‘mover-se primeiro’, permitindo assegurar à firma proteção de patente ou se não impedir imitação, é temporária devido à velocidade com que novas coisas são introduzidas por outras firmas.

2.2.3 Recursos difíceis de imitar

O conceito de ‘imitabilidade imperfeita’ decorre de fenômenos como “ambigüidade causal” (Lippman e Rumelt, 1982), complexidade social (Dierickx e Cool, 1989) e condições históricas (Barney, 1991).

Barney (1991 e 1995) reconhece¹² a existência de inúmeras razões que tornam estes atributos internos às firmas caros (desvantagem de custo) para imitar. Uma razão, em especial, é a “importância da história” na criação dos recursos da firma. Quando as firmas envolvem e buscam habilidades, capacidades e recursos que são únicos a elas, isto reflete um caminho particular delas através da história. Estes recursos e capacidades refletem as personalidades, experiências e relacionamentos que existem apenas em uma firma individual. Em geral, visto que a aquisição ou desenvolvimento de recursos valiosos e raros depende de circunstâncias históricas únicas, a imitação destes recursos implicará uma desvantagem de custo na “construção” deles (Barney, 1995, p. 53). Considerando a ‘história’ (dependência) como determinante do desempenho e vantagem competitiva da firma, as firmas, além de serem entidades sociais e intrinsecamente históricas, possuem habilidades para adquirir e explorar alguns recursos, que dependem da posição delas no tempo e no espaço. Diz ele: “Uma vez que este tempo único particular passa, as firmas que não têm recursos dependentes do tempo e espaço não podem obtê-los, então estes recursos são imperfeitamente imitáveis.” (Barney, 1991, pp. 107-108).

¹² Com a publicação do artigo de Barney (1986), “Strategic Factors Markets: Expectations, Luck, and Business Strategic”, Dierickx e Cool (1989) em “Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage”, abriram um rico debate [“Asset Stocks and Sustained Competitive Advantage: a Comment”, Barney (1989) e “Asset Stock Accumulation and the Sustainability of Competitive Advantage: Reply”, Dierickx e Cool (1989)] na revista *Management Science*, sobre os determinantes da sustentabilidade. Enquanto Barney (1986) focaliza a competição por recursos nos “mercados de fatores estratégicos”, Dierickx e Cool (1989) enfatizam a importância da competição pela “acumulação interna” dos recursos.

Outra razão, de certa forma abordada por Dierickx e Cool (1989), é a importância dos recursos “socialmente complexos”. As firmas controlam alguns recursos físicos (como computadores, robôs e outras máquinas) que são muito ‘complexos’, mas, considerando-os a parte, muitas firmas buscam imitar estes recursos físicos, bastando comprá-los e, por conseguinte, duplicar a tecnologia em questão. Neste caso, a patente proporciona pouca proteção, salvo raras exceções, tais como as indústrias farmacêutica e, especialmente, química. Por outro lado, recursos e capacidades ‘socialmente complexos’ – fenômenos organizacionais como reputação, confiança, amizade, trabalho em equipe e cultura – como não patenteáveis, são muito difíceis de imitar (Barney, 1995, p. 55).

A sustentabilidade é ameaçada quando a posição (estoque) do ativo privilegiado de uma firma pode ser facilmente reproduzida (imitada) - assimilação do processo (fluxo) de acumulação (Dierickx e Coll, 1989) ou se os recursos dela podem ser livremente expandidos ou imitados por outras firmas (Peteraf, 1993). Na visão baseada em recursos, a discussão deste tópico, em termos dos limites à imitação (“barreiras à imitação”)¹³, tem apresentado dois fatores críticos com perspectivas distintas: *imitabilidade imperfeita* e *imobilidade imperfeita*.

A *imitabilidade imperfeita* focaliza os fatores que protegem as firmas da imitação e preserva o fluxo de retorno delas (*sustentabilidade* dos retornos). Este fenômeno foi denominado de “mecanismo de isolamento”¹⁴ (Rumelt, 1984) e de “acumulação de estoques de ativos” (Dierickx e Cool, 1989).

¹³ A generalização deste conceito compreendendo as literaturas de estratégia, economia organizacional e organização industrial resultou no conceito de “barreiras à imitação”, proposto por Lippman e Rumelt (1982), Coyne (1985), Rumelt (1984, 1987), Dierickx e Cool (1989), e Reed e DeFillipi (1990).

¹⁴ A noção de “mecanismo de isolamento” (em nível de análise da firma) é uma analogia das barreiras à mobilidade (em nível de grupo estratégico), que serve para isolar grupos de firmas similares em uma indústria heterogênea, de Caves e Porter (1977) e McGee e Tomas (1986). Este conceito, por sua vez, é uma extensão do conceito de barreiras à entrada (em nível da indústria), de Bain (1959), as quais permitem isolar os participantes da indústria de entrantes potenciais.

Mecanismos de isolamento. Estes incluem direitos de propriedade para recursos escassos e vários outros “quase-direitos” na forma de defasagens, assimetria de informações e atritos que impedem a competição imitativa (Rumelt, 1987). O mecanismo de isolamento é, na ausência de intervenção governamental, o resultado da conexão entre “especificidade” (“*uniqueness*”) e “ambigüidade causal” (Lippman e Rumelt, 1982). A ambigüidade causal se refere à dificuldade de compreender quais os fatores responsáveis pelo desempenho superior (ou inferior) que agem como um poderoso obstáculo sobre ambos, imitação e mobilidade de fatores. Dado o esforço incerto e difícil envolvido no processo de reprodução dos recursos únicos: *a imitabilidade incerta é obtida quando a criação de novas funções de produção é incerta e quando, também, a ambigüidade causal ou direitos de propriedade em recursos únicos impedem a imitação e a mobilidade de fator* (Lippman e Rumelt, 1982, p. 421)¹⁵.

Os obstáculos encontrados enfrentados pelas firmas que tentam imitar um ativo estratégico está relacionado à natureza tácita e socialmente complexa do processo pelo qual o estoque deste ativo foi acumulado.

“...o ativo estratégico é o resultado cumulativo da adesão a um conjunto de políticas consistentes, ao longo de um período de tempo. Colocando de outro modo, os *estoques* de ativos estratégicos são *acumulados* pela escolha de caminhos ocasionalmente apropriada de *fluxos*, ao longo de um período de tempo.” (Dierickx e Cool, 1989, p. 1506)

O ponto chave neste argumento diz respeito à não-comerciabilidade requerida para garantir que o ativo, uma vez empregado em um dado mercado de produto, permaneça em

¹⁵ Os autores sugerem que o conceito de “imitabilidade incerta” pode ser aplicado não só a funções de custo e ambientes estáveis, como também a produtos diferenciados e ambientes em mudança e muito mais a produtos complexos e estruturas administrativas (Lippman e Rumelt, 1982, p. 421).

oferta fixa. *Os competidores que necessitam de um ativo que é não-comercializável estão limitados a “construí-lo”.* Estoques de ativos são “construídos” ou acumulados através de um padrão ocasionalmente consistente de dispêndios ou fluxos (Dierickx e Cool, 1989, p. 1509).

Eles consideram que uma firma emprega ambos os ativos comercializáveis (recursos comprados e vendidos no mercado de fatores – Barney, 1986) e não-comercializáveis (ativos altamente específicos à firma – reputação para a qualidade, por exemplo). Quando um ativo é não-comercializável, isto deve mantê-lo em oferta fixa. *Do contrário, uma firma que não possui um ativo não-comercializável (...) está limitada à sua “construção”.* (Dierickx e Cool, 1989, p.1506)

Quando os rivais não dispõem de ativos não-comercializáveis que necessitam, eles tentarão *imitá-los* pela acumulação dos estoques de ativos similares que possuem. Isto porque a imitação de um estoque de ativo particular envolve tempo e custo ou ambos dependem da facilidade relativa com que as firmas rivais são capazes de acumular um estoque de ativo similar que elas possuem. As dificuldades envolvidas na assimilação do processo de acumulação de ativos (imitabilidade relacionada às características do processo pelo qual um estoque de ativos pode ser acumulado) dependem, em grande parte, das seguintes propriedades, apontadas por Dierickx e Cool (1989, p 1507):

- *Deseconomias de Compressão de Tempo.* – referem-se à vantagem (de mover-se primeiro) da firma em produzir grandes incrementos (acumulação de estoque) de ativos (*know-how* em P&D, por exemplo) mediante a manutenção de um dado *fluxo* de dispêndios (taxa de dispêndio em P&D, respectivamente), ao longo de um intervalo de tempo particular. Assim, quando os rivais tentam imitar ou acumular estoques de ativos similares que possuem, dentro de um curto período de tempo, eles se encontram

em desvantagem diante da presença de *deseconomias de compressão de tempo*, uma vez que os estoques de ativos são “construídos” ou acumulados através de um padrão ocasionalmente consistente de dispêndios ou fluxos, por um longo período de tempo (por exemplo, manter duas vezes a taxa de dispêndio em P&D, durante a metade do intervalo de tempo, em relação à outra firma).

- *Eficiências da Massa de Ativos* – referem-se à facilidade da firma adicionar incrementos a um estoque de ativos existente por possuir alto nível daquele estoque. Ou seja, as posições bem sucedidas historicamente do estoque de ativo inicial facilitam a sua futura acumulação. “Por exemplo, firmas que já têm um importante estoque de *know-how* em P&D estão freqüentemente em melhor posição para romper e adicionar mais adiante o estoque de conhecimento dele do que as firmas que têm baixo nível inicial de *know-how*” (Dierickx e Cool, 1989, p. 1508).
- *Interconectividade do Estoque de Ativos* – diz respeito à complementariedade da construção de um estoque de ativo existente. A acumulação incremental (desenvolvimento de novos produtos e processos, por exemplo) de um estoque existente (requerimentos ou sugestões de consumidores) deve depender não apenas do nível daquele estoque, mas também do nível de *outros* estoques (rede de serviços).
- *Erosão do Ativo* – relaciona-se às características do processo de “deterioração” de todos os estoques de ativos (equipamentos e plantas físicas depreciam por falta de manutenção; *know-how* em P&D depreciam, ao longo do tempo, por causa da obsolescência tecnológica). Em termos de lealdade à marca e capacidade de produção (estoque), por exemplo, os dispêndios (fluxos) para a “manutenção” mais adequados são as políticas de publicidade e de produção (“veículo confiável”), respectivamente. Como as variáveis estoques não estão sujeitas a *ajustes instantâneos*, ao contrário das

variáveis fluxos, uma firma procura fazer uma escolha apropriada de padrões consistentes (dispêndios de manutenção), visando acumular recursos e habilidades existentes ou evitar a rápida deterioração (mudança indesejada do nível de estoques) deles. Quanto mais durável for um estoque, menos investimento será requerido para compensar a depreciação. Portanto, uma posição dominante de uma firma, decorrente tanto das *eficiências da massa de ativos* quanto da *interconectividade*, pode ser realmente ameaçada pela *erosão do ativo*, permitindo, inclusive, ameaçar a sua sustentabilidade pelas *deseconomias de compressão de tempo*.

- *Ambigüidade Causal* – este conceito, tomado emprestado de Lippman e Rumelt (1982), serve também para descrever a natureza (estocástica e descontínua, ou o inverso) de um processo de acumulação do estoque de ativos. A natureza estocástica do processo de acumulação, em algumas indústrias, deve originar-se de nossa inabilidade para *identificar* algumas das variáveis relevantes, bem como nossa inabilidade em *controlá-las*. *De fato, para alguns estoques de ativos, isto deve ser impossível para especificar completamente quais os fatores que cumprem um papel no seu processo de acumulação* (Dierickx e Cool, 1989, p. 1509).

Em suma, dada a dimensão tácita e complexa do processo de acumulação (aprendizado, ganho de experiência, conhecimento adicional, habilidades organizacional e técnica envolvidas) do estoque de recursos, os prováveis imitadores enfrentarão obstáculos (informações restritas) pelas dificuldades em descobrir (identificar) e repetir o processo de desenvolvimento (como conhecer exatamente o que imitar e como fazê-lo) e pelas defasagens envolvidas (mudanças no gosto e atitudes dos consumidores, mudanças tecnológicas, mudanças de mercado, etc.). Lippman e Rumelt (1982) mencionam que os

fatores responsáveis por diferenciais de desempenho (eficiência) resistem à identificação precisa devido à ambigüidade básica com relação à natureza da conexão entre ação e resultados.

Os candidatos “naturais” para recursos únicos e causalmente ambíguos são os recursos intangíveis (Hall, 1992; Itami e Roehl, 1987; Teece, 1990), tais como experiência, informação, *know-how*, habilidades gerenciais, nome da marca, imagem, reputação, relacionamentos, cultura corporativa, lealdade do consumidor, confiança, conhecimento das preferências do consumidor e habilidade para processar informações (Mahoney, 1995, p. 94).

A mobilidade imperfeita pode ser explicada em termos de ambigüidade e custo de oportunidade.

Ambigüidade. Lippman e Rumelt (1982, p. 420) argumentam que a imobilidade do fator deve ser explicada, não apenas pela especificidade combinada com o direito de propriedade para o uso exclusivo do recurso único, mas também pela ambigüidade, que estabelece uma relação entre especificidade funcional e incerteza – *na ausência de incerteza, a criação de um recurso único poderia ser repetida e sua especificidade destruída.* A exemplo de Williamson (1979), que trata sobre investimentos idiossincráticos (peculiares), Lippman e Rumelt (1982, p. 420), admitindo uma rica conexão entre especificidade e ambigüidade, sugerem que *os fatores de produção são imóveis não apenas porque eles são únicos, mas também porque a duplicação deles é um esforço incerto e difícil.*

Se os fatores de produção não podem se tornar móveis a menos que eles sejam conhecidos (Lippman e Rumelt, 1982, p. 420), então, até mesmo os próprios gerentes dentro da firma enfrentam obstáculos para a mobilização e transferência de recursos, por

não compreenderem a relação entre ação e resultado (ambigüidade causal). Esta situação estabelece sérias implicações quanto à criação, desenvolvimento e gerenciamento dos recursos únicos, pois o mesmo serviço não é reproduzível (Penrose, 1959). Logo, uma situação ideal é aquela em que os gerentes entendem o relacionamento causal melhor do que os seus competidores, e onde as competências podem ser manipuladas para a vantagem competitiva (Reed e DeFillippi, 1990, p. 91).

Custo de oportunidade. Desde que o verdadeiro lucro sobre qualquer atividade particular seja governado pelo custo de oportunidade dos recursos absorvidos nela, os recursos internos de diferentes firmas não são igualmente compatíveis a todos os campos de atividades.

“Embora os ativos, que já tenham sido adquiridos e que são específicos a uma linha particular de atividade, tenham nenhum custo de oportunidade dentro da firma, desde que eles não possam ser usados para outros propósitos (isto deve ser o caso, por exemplo, de marcas comerciais, patentes, contrato de licença, equipamento especializado, e mesmo ocasionalmente fábricas inteiras), não têm um custo de oportunidade quando alguma outra firma poderia estar disposta em comprá-los.” (Penrose, 1959, p. 176).

O foco sobre *custo de oportunidade* serve para descrever a característica de recursos que são idiossincráticos (peculiares), cujo uso não se estende ou se aplica a outro uso fora da firma - recursos sem custo de oportunidade, cujo valor em algum uso alternativo, pode ser consideravelmente menor do que o valor nos atuais usos (Penrose, 1959).

“Embora os ativos que tenham sido adquiridos e sejam específicos a uma linha particular de atividade não tenham custo de oportunidade dentro da firma, desde que eles não possam ser usados para outro propósito (isto deve

ser o caso, por exemplo, de marcas comerciais, patentes, acordos de licença, equipamento especializado e ocasionalmente até uma fábrica inteira), eles não têm um custo de oportunidade quando alguma outra firma poderia estar disposta em comprá-los.” (Penrose, 1959, p.176)

Esta diferença entre o valor do recurso para uma firma e seu custo de oportunidade é, também, conhecida como quase-renda: valor poupado. Sendo assim, os recursos são considerados *imperfettamente móveis*, quando eles são especializados às necessidades específicas da firma.

Chandler (1992, p. 84) enfatiza que: *conhecimentos e habilidades são desenvolvidos pela aprendizagem através de tentativa e erro, feedback e avaliação; então, as habilidades dos indivíduos dependem do cenário organizacional no qual elas são desenvolvidas e usadas*. Tais habilidades são relevantes e estão disponíveis somente sob um conjunto particular de circunstâncias (habilidades humanas específicas a processo e produto da firma). O trabalho em equipe somente pode ser desenvolvido se os indivíduos do grupo tiverem conhecimento mútuo e experiência em trabalhar em conjunto, garantindo, assim, confiança e consistência nas ações efetivadas por eles.

Como Peteraf (1984, p. 183) ressalta: *existem recursos que são comercializáveis, mas que são mais valiosos dentro da firma que os emprega do que eles poderiam ser em outro emprego*. Em outras palavras, mesmo quando um recurso possa ser comprado, as firmas devem se sujeitar a ganhar pouco fazendo isso (Teece, Pisano e Shuen, 1997); a menos que uma firma tenha “sorte”, possua informação superior ou ambos, cujo preço pago, em um mercado de fator competitivo, permita capitalizar completamente os retornos do recurso (Barney, 1986). Este é um aspecto muito importante discutido por Penrose (1959) ao enfatizar os recursos internas da firma, sobretudo, o papel da gerência, que deve

tentar fazer o melhor uso dos recursos disponíveis. Segundo a autora, muitos recursos podem, dentro dos limites de mobilidade, ser razoavelmente deslocados com facilidade de um uso para outro, dentro de uma dada base de produção e entre grupos de bases estritamente relacionadas, onde uma firma pode adicionar ou remover linhas de produtos a custos baixos. Mas isto requer investimento em experimentação, pesquisa e inovação.” (Penrose, 1959, p. 133).

O uso mais valioso dos serviços (o escopo para o uso do conhecimento adquirido por um pessoal dentro da firma) especializados dos recursos (tais como os serviços prestados pelo gerente, engenheiro, químico, vendedor ou planta, equipamento) depende da especialização. O conhecimento adicional é específico à firma, porque é decorrente de uma experiência particular. Os serviços tornam-se mais valiosos se os recursos puderem ser ‘completamente’ usados de maneira especializada, através de uma divisão de trabalho em operações em grande escala que resulte em custos mais baixos para um dado produto (economia de escala) ou de uma produção de um grupo de produtos finais que requer o mesmo serviço em algum ‘estágio’ do processo produtivo - produtos que usam matérias-primas processadas em comum ou produtos que são vendidos através dos mesmos canais de distribuição (economia de escopo) [Penrose, 1959, p. 73].

Apenas um pouco dos *serviços* disponíveis pode ser usado lucrativamente pela firma a um dado momento, se forem vistos como uma das alternativas de uso dos recursos. Se usado para algum propósito, o recurso não pode ser usado para outro (por exemplo, capital-financeiro e capital-equipamento); alguns deles podem servir apenas para produtos que a firma não pode produzir lucrativamente sob certas circunstâncias, por causa do custo

ou das condições de demanda¹⁶. Por exemplo, Teece (1982) refere que em casos de guerras, fabricantes de automóveis começaram a produzir tanques; as companhias químicas começaram a produzir explosivos; os fabricantes de rádio começaram a produzir radar]; e alguns devem ser completamente usados apenas em combinação com outros tipos de serviços que a firma não pode obter em um dado momento.

Este último caso pode ser melhor entendido através de classes de recursos conhecidas como *ativos co-especializados* e *ativos complementares* (Teece, 1986). O primeiro conceito inclui recursos que, usados em conjunto com outros (dependência bilateral), podem ter um valor econômico mais alto, tais como navios de cargas e portos, máquinas e suplementos agrícolas. O segundo são aqueles recursos que, para serem comercializados com sucesso, devem ser utilizados em conjunto com outras *capacidades* ou ativos. As referidas *capacidades* (“*capabilities*”) de uma firma ficam a montante dos produtos finais (Teece, 1982), tais como *marketing*, manufatura competitiva e suporte pós-vendas, os quais são freqüentemente obtidos de ativos complementares, que são especializados. Por exemplo, a comercialização de uma nova droga, provavelmente, requer a disseminação de informações sobre um canal de informação especializado. Ou, então, um *hardware* de computador, tipicamente, requer *software* especializado, ambos para o sistema operacional, bem como para aplicativos (Teece, 1986, p. 288).

Barney (1995, p. 56) apresenta outra classe de recursos complementares, como componentes da ‘organização’ de uma firma, isto é, sua estrutura de comunicação formal, seus sistemas de controle de gerenciamento explícitos e suas políticas de compensação. A complementariedade destes recursos se refere à habilidade limitada deles em gerar vantagem competitiva em isolado.

¹⁶ Os produtos finais produzidos por uma firma, em um dado momento, meramente representam uma das

Amit e Schoemaker (1993, p. 39) argumentam a relação que existe entre especialização dos ativos (recursos e capacidades) e robustez destes ativos com respeito às características alternativas, que é apenas parcial, quando a especialização for de dois tipos:

“(1) uso limitado ou (2) uso único. O uso limitado acarreta uma redução da robustez em que o ativo é de pouco valor em estado natural específico. A especificidade [uso único], em contraste, é definida em relação a outros atores (mais do que o estado natural) e não necessita estar restrita ao escopo ou às circunstâncias. Devido às pressões competitivas, o tipo de especialização que pode gerar retornos positivos tende a acarretar uso limitado (e, portanto, risco). A especificidade, em contraste, deve refletir acidente histórico ou expectativas heterogêneas como a razão básica para a não-imitação.”

Considerando a estreita conexão que existe entre os diferentes tipos ou classes de recursos, Penrose (1959) sugere que a firma pode obter maiores retornos da combinação adequada de seus recursos através de novos conhecimentos adquiridos. A possibilidade de usar os *serviços* dos recursos muda com mudanças no conhecimento sobre as características físicas dos recursos (inovação de produto), sobre as maneiras de usá-los (inovação de processo) e sobre os produtos que poderiam ser usados lucrativamente (descoberta de mercado de produtos relacionados)¹⁷.

Portanto, a característica chave da mobilidade do fator imperfeito repousa em dois aspectos (Peteraf, 1993, p. 184): (a) *que o recurso imperfeitamente móvel permanecerá disponível à firma;* e (b) *que os retornos serão compartilhados pela firma.* Assim, a

várias maneiras pelas quais a firma poderia estar usando seus recursos; um incidente no desenvolvimento de suas possibilidades básicas (Penrose, 1959, p. 150).

¹⁷ O esforço (busca por conhecimento) que sempre existe para ‘descobrir’ mais sobre os serviços produtivos (ociosos) de um recurso é a razão das pesquisas sobre suas características ou sobre a maneira de combinar suas características conhecidas com aquelas dos outros recursos (inovação de produto e de processo e mudança organizacional).

mobilidade do fator imperfeito é uma condição necessária para a *sustentabilidade* da vantagem competitiva e um componente particularmente importante do modelo de vantagem competitiva, porque tais recursos são menos prováveis de serem imitados do que outros tipos por permanecerem confinados (“*bound*”) à firma e disponíveis para uso ao longo do tempo ou, então, ao menos no curto prazo, por ficarem “grudados” (“*stick*”) à firma (Teece, Pisano e Shuen, 1997). Corroborando o que foi exposto anteriormente, Teece *et al.* (1997, p. 514) apontam três razões pelas quais esta “aderência” aumenta: (1) *o desenvolvimento de negócios é visto como um processo extremamente complexo. Notavelmente, firmas nas quais faltam capacidade organizacional para desenvolver, rapidamente, novas competências;* (2) *alguns ativos são, na realidade, simplesmente não-comercializáveis;* e (3) *mesmo que um ativo possa ser comprado, as firmas devem se sujeitar a ganhar pouco ao fazer isso.*

2.2.4 Recursos substitutos

A imitação e substituição dos recursos (estoques de ativos) são condições subseqüentes à não-comercialização: “se certos ativos não podem ser comprados nos mercados de fatores, os rivais devem tentar *imitá-los* pela acumulação de estoques de ativos similares que eles possuem ou devem tentar *substituí-los* por outros ativos” (Dierickx e Coll, 1989, p. 1507). Se os rivais conseguem imitar um estoque de ativos com sucesso, o estoque de ativos original corre o risco de tornar-se obsoleto, tipicamente porque eles não criam valor por muito tempo ao comprador.

Barney (1991) sugere que as firmas concorrentes ou potenciais, quando não possuem recursos valiosos, raros e imperfeitamente imitáveis de outra firma, podem

implementar as mesmas estratégias, mas de maneira diferente, usando recursos estrategicamente equivalentes. Esta substituíbilidade, segundo o autor, pode assumir duas formas: (1) substituição por *recursos similares*. Por exemplo, desenvolver sua própria equipe de topo gerencial única, a exemplo da equipe de topo gerencial de alta qualidade de outra firma. Sendo isto possível, recursos deste tipo não podem ser fontes de vantagem competitiva sustentável. (2) substituição por *recursos diferentes*. Por exemplo, duas firmas podem ter a mesma visão clara do futuro, seja porque uma tem um líder carismático, seja porque a outra adota um processo de planejamento estratégico formal (sistemático).

2.3 Implicações Estratégicas do Modelo de Vantagem Competitiva

Do exposto neste tópico sobre os limites à imitação, algumas implicações estratégicas, tanto em nível de um simples negócio quanto em nível corporativo, vêm sendo sugeridas quanto à aplicação do modelo de vantagem competitiva poder auxiliar o processo de tomada de decisão dos gerentes:

a) *Estratégia de um simples negócio* (Peteraf, 1993):

- diferenciar, entre recursos que devem dar suporte à vantagem competitiva de outros, recursos menos valiosos;
- decidir se licencia uma nova tecnologia ou se a desenvolve internamente;
- perceber o quanto uma inovação é imitável (vulnerabilidade);

b) *Estratégia corporativa* (Teece, Pisano e Shuen, 1997; Wernerfelt, 1984):

- identificar os recursos únicos de sua firma;
- decidir em quais mercados aqueles recursos podem gerar retornos mais altos;

- decidir se os retornos daqueles recursos são mais efetivamente utilizados pela: a) integração dentro de mercados relacionados; b) venda da produção intermediária relevante a firmas relacionadas; ou c) venda dos ativos em si para uma firma em negócios relacionados.
- sobre quais dos recursos correntes da firma poderia a diversificação ser baseada;
- quais recursos seriam desenvolvidos através da diversificação;
- em qual seqüência e dentro de quais mercados poderia a diversificação acontecer;
- quais os tipos de firmas que a firma particular estaria interessada em adquirir;

As considerações feitas sobre o gerenciamento estratégico para integração e diversificação, trazem à luz a visão da firma como pacote de recursos mais do que *portfolio* de produtos. Uma dinâmica do gerenciamento dos recursos é sugerida para o balanceamento entre a exploração dos recursos existentes e o desenvolvimento de novos recursos. Em geral, a formulação de estratégias gerenciais, além de compreender o escopo da firma (fronteiras das atividades da firma), em nível da estratégia corporativa, envolve, também, a exploração dos relacionamentos entre recursos, competição e lucratividade, em nível da estratégia de negócios, em termos de imitabilidade, apropriabilidade e acumulação de recursos. Questões estratégicas vêm merecendo grande destaque no que diz respeito à aquisição de habilidades, ao gerenciamento do conhecimento e *know-how* (Teece, 1998), ao aprendizado organizacional (Senge e Sterman, 1992; Stata, 1989; De Geus, 1988), ao aprendizado sobre recursos (Spender, 1992), à acumulação dos ativos intangíveis e organizacionais (Itami e Roehl, 1987), e assim por diante.

Em síntese, a Visão Baseada em Recursos liga a vantagem competitiva às características dos recursos e como elas mudam ao longo do tempo. A sustentabilidade é alcançada se as condições básicas de heterogeneidade (especificidade) forem preservadas

(vida longo), ou seja, se a heterogeneidade dos recursos da firma for relativamente durável ao adicionar valor: acumulação do estoque de recursos únicos, imitabilidade imperfeita, mobilidade imperfeita e substituibilidade imperfeita.

A vantagem competitiva sustentável é baseada na natureza complexa e tácita dos mecanismos de proteção. Em outras palavras, as fontes de vantagem competitiva sustentável de uma firma estão muito além de meros níveis diferenciais de eficiência dos recursos (recursos capazes de produzir mais economicamente) e de eficácia deles (recursos capazes de melhor satisfazer as necessidades dos consumidores); as fontes de vantagem competitiva sustentável estão bastante relacionadas aos atributos únicos e difíceis de serem reproduzidos ou imitados pelos rivais.

3 METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa adotada consiste em um estudo exploratório, que envolve levantamento bibliográfico e fontes de evidências primárias e secundárias.

O presente estudo compreende duas partes, a teórica e a analítica. A primeira parte inicia com uma pesquisa bibliográfica (capítulo 2), discutindo as condições pelas quais os recursos geram vantagem competitiva sustentável. Com base na literatura sobre a sustentabilidade da vantagem competitiva, definiram-se os conceitos essenciais (capítulo 4) para, então, construir um modelo teórico sobre a *dinâmica das capacidades de desenvolvimento* (capítulo 5), incluindo os elementos básicos através dos quais o processo de busca por novos conhecimentos e novas habilidades é operacionalizado dentro de uma firma. A segunda parte da pesquisa inclui a ilustração de casos (capítulo 6) como uma aplicação do modelo teórico em questão com um grupo representativo de empresas privadas de um segmento do setor mecânico brasileiro.

Quadro 2: Metodologia da Pesquisa

- Questão do estudo
- Proposições do estudo
- Construção do modelo teórico
- Coleta de dados
- Tabulação de dados
- Análise e discussão dos resultados
- Conclusão da análise dos resultados

A ligação entre ambas as partes da pesquisa requereu o desenvolvimento de uma metodologia, de modo que o modelo teórico pudesse conduzir à coleta de dados. O Quadro 1 apresenta a seqüência lógica que conecta os dados empíricos às questões de pesquisa e, por fim, às suas conclusões.

Os instrumentos de coleta de dados foram definidos de acordo com Silva e Menezes (2000) e Yin (1990), quais sejam: individual (apenas um pesquisador); entrevistas padronizadas ou estruturadas (roteiro previamente estabelecido); e questionários com perguntas de múltiplas-escolhas.

3.1 Os Dados

Os dados foram coletados, diretamente, através de um estudo de campo na indústria mecânica brasileira e, indiretamente, através da Base de Dados da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI). O estudo foi inicialmente designado para validar o conceito de capacidades de desenvolvimento. A escolha da indústria mecânica, mais particularmente empresas fornecedoras especializadas, para o estudo se deve ao fato de ela fornecer fortes indícios da presença de elementos básicos da estrutura de análise aqui formulada e de as firmas participantes serem muito ativas em várias áreas de pesquisa com uma taxa veloz de inovação tecnológica. A razão pela qual foram escolhidas *empresas fornecedoras especializadas* no presente estudo é meramente uma questão de opção de se aprofundar sobre o comportamento de uma classe de firmas, cuja trajetória tecnológica é específica ao setor que elas pertencem. Esta opção está baseada na taxonomia sugerida por Pavitt (1984) ao assumir que, desde que padrões de inovações são cumulativos, as trajetórias

tecnológicas das firmas inovadoras são amplamente determinadas pelo que elas têm feito no passado, em outras palavras, pelas suas atividades principais. Segundo o autor, diferentes atividades principais geram diferentes trajetórias tecnológicas. Sendo assim, ele agrupou as firmas inovadoras dentro de três categorias: *dominadas por fornecedores*; *intensivas em produção*, que compreende *intensivas em escala* e *fornecedores especializados*; e *baseadas em ciência* (Pavitt, 1984, p. 353).

A coleta de dados junto às empresas foi feita por solicitação de entrevistas e respostas de questionários com ao menos um dos membros da equipe de desenvolvimento. Os dados das entrevistas foram suplementados, sempre que possível, com outras informações disponibilizadas pelas firmas, com trabalhos acadêmicos que descrevem eventos históricos sobre as firmas e seus produtos e trabalhos técnicos e científicos que abordam o assunto em questão. O questionário foi elaborado para permitir o levantamento de informações sobre o comportamento das empresas em relação aos seus esforços de inovação tecnológica, ao longo dos últimos 6 anos. Muitos dos termos utilizados no questionário estão de acordo com as definições usadas pela ANPEI. Os dados fornecidos pela ANPEI se referem aos indicadores de intensidade e de resultado do esforço de inovação tecnológica (Anexo 9.3), para um período de 1993 a 1998.

3.1.1 Os dados quantitativos

Considera-se o processo de pesquisa como sendo um conjunto de esforços de inovação tecnológica, em termos de Pesquisa e Desenvolvimento (Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental), "Serviços Tecnológicos" (atividades que suportam a execução dos trabalhos de P&D - ensaios, testes, análises técnicas, etc.),

"Aquisição de Tecnologia" (*royalties*, direitos intelectuais, assistência técnica para as atividades de P&D, etc.), "Engenharia Não Rotineira" (atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação - *design*, ferramentas, arranjos de plantas, métodos e padrões de trabalho) e Investimentos de Capital em Inovação Tecnológica" (Ativos Fixos e Ativos Intangíveis) [ANPEI, 1998]. Estes dados foram obtidos de fontes primárias disponibilizadas e de fontes secundárias e públicas, descritas a seguir, mas, principalmente, da Base de Dados ANPEI, através da publicação anual "Indicadores Empresariais de Inovação Tecnológica".

3.1.2 Os dados qualitativos

Os dados incluem também a história do desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos de firmas analisadas. Os dados qualitativos foram obtidos de ambas as fontes primária e secundária. Além das fontes primárias descritas anteriormente, os dados usados nestas histórias foram obtidos, também, de estudos técnicos externos, trabalhos acadêmicos desenvolvidos dentro da empresa, artigos publicados na imprensa científica, dados e informações em revistas especializadas, livros, etc. As fontes secundárias foram usadas para identificar as companhias que têm sido ativas na indústria e os produtos e processos que elas vêm introduzido, bem como para descrever um panorama da história técnica da indústria.

A formulação de certas questões ligadas a eventos científicos particulares pode contribuir para o aumento da precisão das medidas e para traçar as mudanças tecnológicas ocorridas dentro da firma, ao longo do tempo. O trabalho de Henderson e Cockburn (1994, p. 71) oferece um bom exemplo disto. Mesmo obtendo resposta positiva da maioria dos

entrevistados à questão do tipo "Você usa equipes inter-funcional?", os autores enriqueceram o entendimento da maneira na qual a comunicação inter-disciplinar foi gerenciada dentro da firma com uma análise detalhada do padrão de resolução de problemas em torno de descobertas científicas particulares. Eles também fizeram uso da história narrativa, como um mecanismo de estruturação, para auxiliar no traçado das mudanças em processo e estrutura organizacional, ao longo do tempo.

3.2 Mensuração dos Dados

A mensuração pode ser definida como um processo de determinação do valor ou nível, tanto quantitativo quanto qualitativo, de um atributo particular para uma unidade de análise em investigação¹⁸. Na pesquisa organizacional, por exemplo, a mensuração procura atribuir valores numéricos para conceitos ou variáveis (Malhotra, 1996). Variáveis são unidades observadas diretamente no mundo empírico. Conceitos são unidades aproximadas que, pela sua própria natureza, não podem ser observadas diretamente, mas sim operacionalizadas empiricamente pela mensuração de variáveis (variáveis operacionais). Os atributos que são mensurados em termos numéricos são chamados de atributos quantitativos (variáveis quantitativas), como gastos com P&D e número de patentes depositadas e concedidas, por exemplo.

Outros conceitos organizacionais, particularmente atitudes, podem ser mais difíceis de mensurar. Conceitos complexos como autoritarismo, satisfação (do empregado ou do consumidor), moral e atitude exigem do pesquisador o uso de instrumentos (tais como

¹⁸ Vide Kretzer e Menezes (1999) sobre avaliação dos recursos da firma.

escalas e índices) para determinar o grau da presença ou ausência de tais conceitos (Malhotra, 1996).

Estes conceitos não podem ser diretamente observáveis, mas seus efeitos sim, e podem envolver mais do que uma dimensão. Eles são, dessa forma, unidades aproximadas em relação ao mundo empírico, chamadas de "constructos" ("*constructs*") [Malhotra, 1996]. Estes constructos são mensurados empiricamente por 'variáveis operacionais', que são unidades observadas; os constructos são abstratos e variáveis são mensuráveis. A mensuração dos constructos requer o uso de instrumentos de medida, tais como escala e índices, para determinar o grau da presença ou ausência deles.

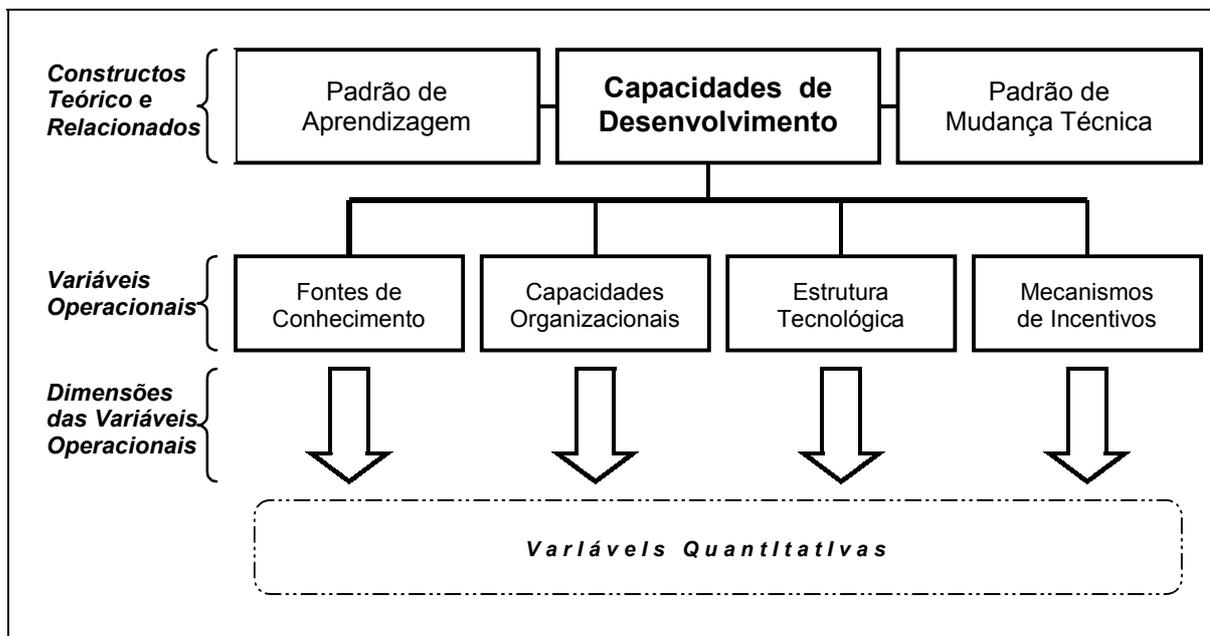
Cabe ressaltar, ainda, que a 'retidão' do processo de mensuração depende de vários fatores, tais como estimação apurada do relacionamento do constructo em observação com os outros constructos relacionados, desenvolvimento de um instrumento válido para mensurar o constructo, decodificação apurada dos dados reunidos através do instrumento e análise correta e avaliação dos dados.

Portanto, o ponto de partida de toda mensuração é o constructo teórico. A operacionalização do constructo (que é abstrato) é feita através de variáveis operacionais (que são mensuráveis e são uma representação parcial dos constructos).

Na pesquisa em desenvolvimento, como ponto de partida para obter dados de capacidades de desenvolvimento, a organização guarda conhecimentos de seus processos e produtos e mantém viva sua própria atividade de pesquisa que necessita para melhorar suas tecnologias (competência tecnológica). Assim, a construção de capacidades de desenvolvimento (constructo teórico) requer não só o desenvolvimento, manutenção e exploração das condições necessárias para uma contínua acumulação de conhecimentos e habilidades (variáveis operacionais), mas também a observação de fatores tecnológicos e

econômicos (constructos relacionados). Os fatores tecnológicos e econômicos incluem padrão de mudança técnica e padrão de aprendizagem.

Figura 1: A conceitualização das unidades de análise mensuráveis



A 'vantagem econômica' das capacidades de desenvolvimento pode ser observada através da avaliação do desempenho dos recursos da firma em relação à eficiência da manufatura, eficácia dos produtos e posição das firmas no mercado, enquanto que a 'vantagem tecnológica' delas pode ser estimada por meio de variáveis operacionais, como fontes de conhecimento, estrutura tecnológica, capacidades organizacionais e mecanismos de incentivos (Figura 1).

Os quadros abaixo apresentam uma proposição, de acordo com os dados obtidos, para a mensuração das variáveis operacionais das capacidades de desenvolvimento. As variáveis quantitativas podem variar conforme os dados disponíveis, mas as dimensões das variáveis operacionais permanecem inalteradas. As variáveis quantitativas foram definidas

aqui segundo a Base de Dados ANPEI, mas os mesmos dados poderiam ser coletados diretamente junto às empresas se não fosse as restrições por elas estabelecidas quanto ao sigilo de informações. A vantagem de se utilizar a Base de Dados ANPEI está na qualidade dos dados baseados em parâmetros que permitem à ANPEI monitorar a representatividade, confiabilidade e estabilidade das informações produzidas. Outras fontes de dados podem ser utilizadas seguindo as seguintes definições das variáveis operacionais:

- 1) Conhecimentos - formação profissional dos funcionários, domínio de *know-how* técnico, direitos de propriedade intelectual, aquisição de tecnologias desenvolvidas externamente e acesso livre às outras informações tecnológicas;
- 2) Estrutura tecnológica - condições materiais de apoio, instalações físicas de produção, instalações laboratoriais e recursos humanos para o desenvolvimento de atividades de P&D;
- 3) Capacidades organizacionais - relacionamentos de coordenação intra-firma e inter-firmas/instituições através de contratos e cooperação tecnológica; e
- 4) Mecanismos de incentivos - mecanismos de comunicação, valorização e disseminação do conhecimento aprendido dentro da firma.

Bloco 1 - Variáveis operacionais de fontes de conhecimento

Quadro 3: Mensurabilidade do conhecimento *in-house*

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
<p>D1 - <i>Know-how</i> técnico em desenvolvimento de novos produtos, melhoria dos já existentes e descoberta de novos materiais.</p> <p>D2 - <i>Know-how</i> técnico em desenvolvimento de produtos existentes, processos de manufatura e técnicas organizacionais.</p>	<p>C1: Nível de especialidade profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D.</p>	Número de funcionários que se dedicam à atividade de P&D.
	<p>C2: Nível de formação profissional dos funcionários alocados nas atividades de Pesquisa Básica e Pesquisa Aplicada.</p>	Percentual de funcionários com Doutorado, Mestrado e Graduação em relação ao pessoal de P&D.
	<p>C3: Despesas de Pesquisa Básica e Pesquisa Aplicada.</p>	Percentual dos dispêndios em P&D gasto em tais atividades em relação ao dispêndio total em P&D.
	<p>C4: Despesas de Pesquisa Básica e Pesquisa Aplicada desenvolvidas pela própria empresa.</p>	Parcela (US\$) dos dispêndios em P&D gasta em tais atividades que são desenvolvidas pela própria empresa.
	<p>C5: Nível de especialidade profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D&E.</p>	Número de funcionários que se dedicam à atividade de P&D&E.
	<p>C6: Nível de formação profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D&E.</p>	Percentual dos funcionários com Doutorado, Mestrado e Graduação em relação ao pessoal de P&D&E.
	<p>C7: Despesas de P&D em Desenvolvimento Experimental, Serviços Tecnológicos, Aquisição de Tecnologia e Engenharia Não Rotineira.</p>	Percentual dos dispêndios em P&D&E gasto em tais atividades em relação ao dispêndio total em P&D&E.
	<p>C8: Despesas de Desenvolvimento Experimental financiada pela própria empresa.</p>	Percentual dos dispêndios em P&D gasto em tal atividade que é desenvolvida pela própria empresa.

Quadro 4: Mensurabilidade do conhecimento externo

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Aquisição de tecnologias relacionadas com inovação tecnológica.	C9: Despesas com serviços de assistência técnica; <i>royalties</i> decorrentes de licenças para uso de marcas e patentes; programas de computador; direitos relacionados com novos produtos ou processos; amortizações de investimentos em ativos intangíveis.	Percentual dos dispêndios em Aquisição de Tecnologia em relação ao dispêndio total em P&D&E.
D2 - Aquisição de ativos fixos destinados à capacitação tecnológica.	C10: Despesas com máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos novos.	Percentual dos dispêndios em Investimento de Capital gasto em Ativo Fixo.
D3 - Contratação de licença ou <i>Joint Venture</i> .	C11: Pagamento de direitos sobre licenças para a exploração de patentes e para o uso de marcas relacionadas a novos produtos ou processos; de contratos de fornecimento de tecnologia industrial.	Percentual dos dispêndios em Investimento de Capital gasto em Ativo Intangível.
D4 - Contratação de P&D desenvolvida por outras instituições externas à empresa.	C12: Despesas com contratação de P&D desenvolvida por instituições e outras empresas.	Parcela (US\$) dos dispêndios em P&D que é executado por contratados.
	C13: Parcerias contratadas para a execução de atividades de P&D.	Frequência de parcerias em P&D que são contratadas.

Quadro 5: Mensurabilidade de outras fontes de informações

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Observações de tecnologias em congressos, feiras e exposições comerciais.	C14: Participação em congressos, feiras e exposições comerciais; contacto com clientes/consumidores, fornecedores, serviços de pós-vernda.	Frequência de participação em eventos.

Quadro 6: Mensurabilidade do conhecimento privado na forma de registros

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Direitos de propriedade intelectual.	C15: Despesas com registros de marcas, patentes e contratos de transferência de tecnologia relacionadas com novos produtos/processos.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
D2 - Informações tecnológicas.	C16: Despesas com aquisição de acervo técnico, acesso à base de dados de natureza científico-tecnológica, custeio de atividades de biblioteca, documentação, normas técnicas e outras atividades similares.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
	C17: Despesas com prospecção, monitoramento e avaliação tecnológica através de estudos sobre tendências tecnológicas.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais estudos.

Bloco 2 - Estrutura tecnológica

Quadro 7: Mensurabilidade da estrutura tecnológica

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Capacidades Tecnológicas.	ET1: Despesas de Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental.	Total (US\$) dos dispêndios em P&D.
	ET2: Despesas com prospecção, monitoramento e avaliação tecnológica.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais estudos.
	ET3: Despesas com estudos de viabilidade técnico-econômica.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
	ET4: Despesas com ensaios, testes e análises técnicas.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
	ET5: Despesas com manutenção de equipamentos de P&D.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em manutenção.
	ET6: Despesas com outros Serviços Tecnológicos.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
	ET7: Despesas em Aquisição de Tecnologias.	Total (US\$) dos dispêndios em tal atividade.
	ET8: Despesas com Engenharia Não Rotineira.	Total (US\$) dos dispêndios em tal atividade.
	ET9: Pagamento de direitos sobre licenças para a exploração de patentes e para o uso de marcas relacionadas a novos produtos ou processos; de contratos de fornecimento de tecnologia industrial.	Percentual dos dispêndios em Investimento de Capital gasto em Ativo Intangível.
D2 - Capacitação de Recursos Humanos.	ET10: Nível de especialidade profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D&E.	Número de funcionários que se dedicam à atividade de P&D&E.
	ET11: Nível de formação profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D&E.	Percentual dos funcionários com Doutorado, Mestrado e Graduação em relação ao pessoal de P&D&E.
	ET12: Despesas com capacitação de recursos humanos.	Parcela (US\$) dos dispêndios em Serviços Tecnológicos gasta em tais atividades.
D3 - Capacidade instalada de P&D.	ET13: Despesas com máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos novos.	Percentual dos dispêndios em Investimento de Capital gasto em Ativo Fixo.
	ET14: Área Física construída para laboratórios de P&D&E.	Área total ocupada dos laboratórios de P&D&E e estimativa (%) do tempo de utilização destas instalações em inovações.

Bloco 3 - Capacidades organizacionais

Quadro 8: Mensurabilidade das capacidades organizacionais

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Coordenação de atividades dirigidas de inovação tecnológica desenvolvida pela empresa.	C01: Concepção, execução e avaliação de projetos realizados pela empresa.	Percentual de projetos de inovação tecnológica realizado pela empresa.
	C02: Despesas de P&D por pessoal de P&D.	Total (US\$) dos dispêndios em P&D por pessoal alocado em P&D.
	C03: Despesas de P&D&E por pessoal de P&D&E.	Total (US\$) dos dispêndios em P&D&E por pessoal alocados em P&D&E.
	C04: Despesa em P&D por dispêndio total em P&D.	Relação (%) despesa em P&D por dispêndio total (Despesa + Investimento de Capital) em P&D.
	C05: Despesa em P&D&E por dispêndio total em P&D&E.	Relação (%) despesa em P&D&E por dispêndio total (Despesa + Investimento de Capital) em P&D&E.
D2 - Coordenação de atividades de pesquisa desenvolvidas por outras instituições externas à empresa.	C06: Despesas em P&D, Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira desenvolvidos por parceiros contratados para a execução de atividades de inovação tecnológica.	Total (US\$) dos dispêndios em P&D, Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira por tipos de parceiros.

Bloco 4 - Mecanismos de incentivos

Quadro 9: Mensurabilidade dos mecanismos de incentivos

Dimensões da Variável Operacional	Variáveis Quantitativas	Unidade de Medida
D1 - Configuração de equipes de projetos de desenvolvimento tecnológico por tipo de tecnologia.	SI1: Número de funcionários alocados à P&D, Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira por tipo de tecnologia.	Frequência de participação em equipes de projetos pelos funcionários que estão associados às diferentes tecnologias de domínio da empresa.
D2 - Configuração das equipes de projetos de desenvolvimento tecnológico por tipo de unidade administrativa.	SI2: Número de funcionários alocados à P&D, Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira por tipo de unidade administrativa.	Frequência de participação em equipes de projetos pelos funcionários que vêm de todas as áreas da empresa (P&D, Produção, Marketing, Engenharia, etc.).
D3 - Mobilização de pessoal que se dedica às atividades de inovação tecnológica.	SI3: Tempo de dedicação do pessoal às atividades de P&D, Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira por tipo de unidade administrativa.	Percentual médio do tempo de dedicação dos funcionários, que vêm de todas as áreas da empresa, a estas atividades em relação ao tempo total de dedicação deles à empresa.

3.3 Técnica de Análise

Os constructos estão relacionados a outros por proposições e as variáveis estão relacionadas a outras por hipóteses (Bacharach, 1989 *apud* Malhotra, 1996). Com base no desenvolvimento teórico elaborado, o presente trabalho formulou um conjunto de proposições relativas às capacidades de desenvolvimento, definindo o relacionamento entre conceitos relevantes.

Dito isto, a vantagem competitiva sustentável de uma organização depende, em parte, de como a firma consegue capturar o efeito cumulativo e contínuo do esforço de desenvolvimento. Este objetivo é freqüentemente alcançado pela construção de capacidades de desenvolvimento. O propósito das capacidades de desenvolvimento é a melhoria da competência tecnológica, isto é, melhorar e diversificar suas tecnologias. Assim, o trabalho de "chão" da competência tecnológica consiste na construção das capacidades de desenvolvimento, que basicamente implica identificação das fontes de conhecimentos tecnológicos e integração, interação e iteração das várias atividades (desenvolvimento, manufatura e *marketing*, por exemplo). A devida apreciação do processo de desenvolvimento ajuda a entender os principais mecanismos de apropriação do processo inovativo. Então, o processo de desenvolvimento contínuo permite o refinamento de tecnologias e métodos de manufatura existentes e, eventualmente, a adaptação de novas tecnologias.

Portanto, as capacidades de desenvolvimento podem ser entendidas de acordo com as seguintes proposições:

- a) Os conhecimentos e habilidades específicos à firma são fontes internas fundamentais de suas capacidades de desenvolvimento;

- b) A estrutura tecnológica de uma firma configura a sua capacidade de pesquisas; e
- c) As capacidades organizacionais e os mecanismos de incentivos de uma firma são mecanismos importantes para dar suporte e complementar os resultados provenientes das atividades de pesquisas e para explorar as respectivas fontes de conhecimento.

De todo modo, a construção de capacidades de desenvolvimento torna-se uma condição necessária para o sucesso competitivo de uma firma. Fazendo uma análise de desempenho das diversas dimensões que envolvem as quatro variáveis operacionais previamente definidas (fontes de conhecimento, estrutura tecnológica, capacidades organizacionais e mecanismos de incentivos), pode-se, assim, estabelecer um novo entendimento da sustentabilidade da vantagem competitiva.

A partir destas proposições e da identificação e mensuração das variáveis operacionais das capacidades de desenvolvimento, anteriormente mencionadas, obtém-se, desta forma, uma estrutura de análise que permite entender na prática a noção de dinâmica das capacidades de desenvolvimento, que envolve conhecimentos, habilidades, competência tecnológica e fatores tecnológicos e econômicos. Deste modo, esta estrutura de análise pode ser ilustrada através de sua aplicação em empresas individuais ou grupo de empresas do mesmo setor.

4 DEFINIÇÃO DE CONCEITOS-CHAVE

O desenvolvimento da estrutura de análise a ser proposta no próximo capítulo requer uma prévia definição clara de alguns conceitos e terminologias. Existe uma confusão muito grande na literatura quanto à introdução de conceitos diferentes com o mesmo significado ou conceitos idênticos que não significam a mesma coisa. Por exemplo, Teece *et al.* (1997) usam o termo *recursos* para se referir aos *ativos específicos à firma*. Para simplificar a análise das fontes potenciais de vantagem competitiva, cabe explorar a classificação de recursos feita por Penrose (1959), já que, na maior parte da literatura baseada em recurso, é a referência mais importante.

A partir da noção básica de *recursos tangíveis* e *intangíveis*, é possível entender o significado dos conceitos de estoque de conhecimento e competência tecnológica e, por conseguinte, da noção de *capacidades de desenvolvimento*.

4.1 Recursos da Firma

As possíveis fontes de vantagem competitiva sustentável são *recursos tangíveis* e *intangíveis*, os quais são relativamente importantes aos consumidores e simultaneamente superiores, imperfeitamente imitáveis e/ou imperfeitamente substituíveis e imperfeitamente móveis. Enquanto que o estoque de *recursos tangíveis* pode ser uma fonte de vantagem competitiva inicial (posicional), uma vez que pode ser comprado nos mercados de fatores ou desenvolvido através da engenharia reversa, por exemplo (Foss, 1996, p. 17), parece intuitivamente plausível que somente os recursos *intangíveis* podem ser fonte de vantagem de vida longa (sustentável).

Uma firma particular dispõe, segundo Penrose (1959), de uma dotação de *recursos* que gera uma gama ou pacote de “*serviços*” produtivos (serviços inerentes aos próprios recursos). A base de recursos de uma firma compreende os recursos físicos e humanos (*recursos tangíveis*), os serviços técnicos, especializados e gerenciais (*recursos intangíveis*).

Recursos tangíveis - incluem coisas físicas que uma firma compra, aluga ou produz para seu próprio uso e as pessoas contratadas por um prazo que as tornem efetivamente parte da firma. Os ‘recursos físicos’ são, por exemplo, fluxo de caixa, plantas, equipamentos, recursos naturais, matérias-primas, produtos acabados/semi-acabados/rejeitados, etc. Além disso, os *recursos tangíveis* podem ser um ‘cabo’ de uma companhia de TV por assinatura dentro de uma casa (Collis e Montgomery, 1995), uma economia de escala ou escopo, uma tecnologia da informação e outros (Bharadwaj *et al.*, 1993). Alguns destes recursos são duráveis e continuam a gerar os mesmos serviços por considerável período de tempo, no caso das plantas e equipamentos; outros são rápida e completamente consumidos no processo de produção, como matérias-primas, por exemplo. Os ‘recursos humanos’ são os *trabalhadores, qualificados e não-qualificados, e o pessoal de escritório, administrativo, financeiro, legal, técnico e gerencial* (Penrose, 1959). Tais recursos não podem ser apropriados pela firma, mas podem às vezes ser tratados como mais ou menos duráveis se eles permanecerem na firma por um bom tempo (o suficiente para gerarem um retorno - *payback*); tanto que são tratados como uma perda cada vez que o empregado sai da firma no auge de suas habilidades.

Recursos intangíveis - são as contribuições que estes recursos (físicos e humanos) podem dar às operações produtivas da firma. Tais contribuições podem ser desde um simples ‘serviço’, no exato sentido da palavra, que implica uma atividade (manufaturar,

gerenciar, pesquisar, etc.), até como função que depende da “maneira” pela qual os recursos são usados¹⁹, tais como a eficiência tecnológica das instalações, máquinas e equipamentos (o estado da arte) e, também, a qualidade dos produtos fabricados, a produtividade dos trabalhadores (Penrose, 1959, p. 25). Em termos qualitativos, uma noção mais moderna traduz o termo *serviços* como habilidades (*skills*), competências (*competencies*) e capacidades (*capabilities*). Além disso, podem ser contribuições do tipo: rotina organizacional (Nelson e Winter, 1982), reputação da qualidade, inovações da habilidade em P&D (Barney, 1986), base de consumidores mantidos pelos gastos em publicidades, acumulação de estoque de conhecimento pelos gastos em P&D (Dierickx & Cool, 1989), capital-marca (*brand equity*) [Bharadwaj *et al.*, 1993], etc.

Um recurso, então, pode ser visto como um ‘pacote’ (estoque) e os *serviços*, por sua vez, como sendo o seu ‘conteúdo’ (fluxo). Enquanto que os recursos podem, em grande parte, ser definidos independentes do seu uso, os *serviços* não - eles são uma função, uma atividade. Portanto, o que interessa para uma firma não são os *recursos* em si (físicos e pessoais), e sim os *serviços potenciais* (inerentes), de preferência conhecidos, que os recursos podem render (contribuições).

Hall (1993, p. 607) sugere uma classificação muito útil de *recursos intangíveis* no sentido de identificar as fontes de vantagem competitiva sustentável, bem como a relativa contribuição que diferentes *recursos intangíveis* proporcionam ao sucesso do negócio. Incluem nestes recursos intangíveis outros mencionados por Mahoney (1995, p. 94). Tais recursos podem ser, por exemplo:

¹⁹ O mesmo recurso, quando usado para diferentes propósitos ou em diferentes maneiras e em combinação com diferentes tipos ou quantidades de outros recursos, proporciona um serviço ou um conjunto de serviços diferentes (Penrose, 1959, p. 25).

- a) Direitos de propriedade intelectual de patentes, marcas registradas, direitos autorais e desenhos registrados e segredo comercial;
- b) Segredos comerciais;
- c) Contratos e licenças;
- d) Bases de dados;
- e) Informações em domínio público;
- f) Redes organizacional e pessoal;
- g) Rede de distribuição estabelecida;
- h) Configuração da cadeia de valor;
- i) *Know-how* de empregados, consultores profissionais, fornecedores e distribuidores;
- j) Reputação dos produtos e da companhia;
- k) Cultura da organização; e.g., qualidade, serviço, habilidades em gerenciar mudança, em inovar e em trabalhar em equipe, etc.
- l) Relacionamentos;
- m) Lealdade do consumidor;
- n) Confiança;
- o) Conhecimento das preferências dos consumidores; e
- p) Habilidade para processar informação.

De todos os *recursos intangíveis* disponíveis à firma, os mais relevantes, sem dúvida, são os *serviços* prestados pelos ‘recursos humanos’ (conhecimentos, habilidades, competências e capacidades). Conforme Penrose (1959), os *serviços* prestados, em particular, pelos indivíduos que fazem parte da gerência são de fundamental importância,

visto que mudanças nos *serviços* gerenciais²⁰ propiciam mudanças (combinações) nos *serviços* dos demais recursos da firma.

“... não apenas os recursos com os quais uma firma está acostumada a trabalhar formarão os serviços produtivos que sua gerência é capaz de render (onde gerência é definida em um sentido mais amplo), mas também que a experiência da gerência afetará os serviços produtivos que todos os seus outros recursos são capazes de render” (Penrose, 1959, p.5)

Em outras palavras, como a gerência está ciente de que pode aprender cada vez mais sobre os seus recursos (Penrose, 1959), uma empresa compromete seus recursos para a produção de conhecimento que possa dar uma contribuição às suas atividades produtivas (Rosenberg, 1976, p. 78). A questão chave nesta idéia é a importância do “recurso de gerenciamento” (Mahoney, 1995) dos recursos próprios, habilidades e conhecimentos adicionais (serviços potenciais) oriundos da experiência ganha, ao longo do tempo, com as operações produtivas da firma.

4.2 Estoque de Conhecimento

Recorrendo à análise da firma de Penrose (1959), cabe resgatar um aspecto muito importante que tem passado despercebido e que tem pertinência com a questão das mudanças internas à firma. Penrose (1959, p. 53) enfatiza muito bem a natureza das

²⁰ Para Penrose (1959), os serviços da gerência podem ser separados em dois tipos fundamentais, segundo as funções desempenhadas dentro da firma: (1) *serviços empresariais* ou *empreendedorismo* - são novas idéias, particularmente com respeito a produtos, localização e mudanças significativas em tecnologia, à aquisição de novo pessoal gerencial, a mudanças fundamentais na organização administrativa da firma, ao aumento do capital e ao desenvolvimento de planos para expansão, incluindo a escolha do método de expansão; (2) *serviços gerenciais* ou *gerenciamento* - relacionam-se à execução dos propósitos e idéias empresariais e à supervisão das operações existentes.

mudanças nos serviços que os recursos humanos podem oferecer oriundas das próprias atividades deles. Isto é, com a *experiência* acumulada dentro da firma, um indivíduo ganha em conhecimento e habilidade: (a) ele *adquire conhecimento (saber por fazer* - conhecimento ganho pela experiência), que provoca uma mudança nas qualidades próprias (ganho em sabedoria, em segurança de movimento, em confiança) dos seus *serviços* prestados; e (b) ele *desenvolve habilidades para usar conhecimento* acumulado dentro da firma (*fazer por saber*), ao proporcionar uma mudança nas qualidades ou atributos em nível organizacional (desenvolvimento de competência específica à firma).

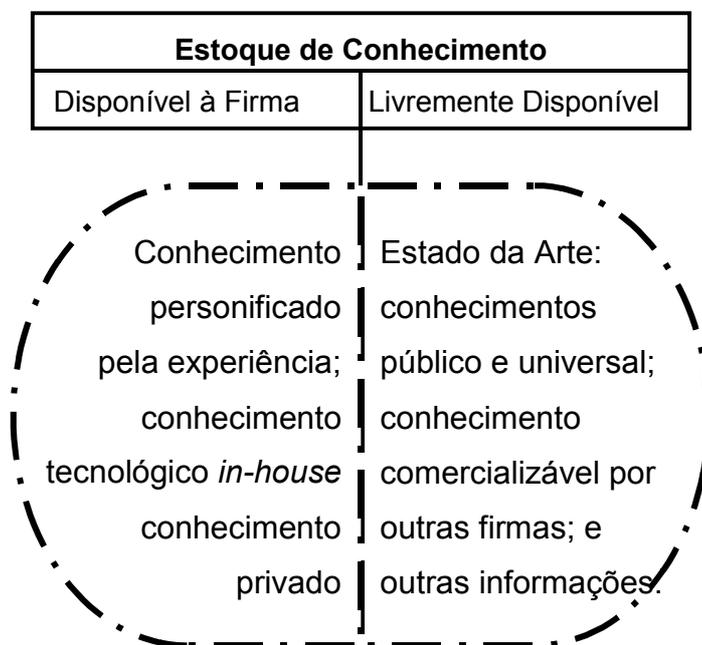
Neste sentido, o conhecimento criado pelos indivíduos dentro da firma, de um lado, é incorporado neles próprios e o conhecimento criado através de interações sociais, de outro, é incorporado no gerenciamento de uma "equipe de trabalho" (Penrose, 1959, p. 46) ou em "sistemas técnicos" - em termos de sistemas de informação ou produção física - (Leonard-Barton, 1992, p. 113) ou na estrutura social de um grupo (Narasimha, 2000, p. 124).

Esta relação entre conhecimentos e habilidades pode ser entendida, por exemplo, através da noção de "conhecimentos locais" enfatizada por Jorgensen (1999), que denota conhecimentos concretos, independentes e contextuais. Diz ele:

"Eles são concretos uma vez que residem nas atividades nas quais se materializam. Eles são independentes porque têm uma identidade própria, que, entretanto, não significa que outros conhecimentos não deixam de influenciar. Conhecimentos locais, pelo contrário, estão constantemente reagindo e respondendo em uma interação com outros conhecimentos em um contexto específico." (Jorgensen, 1999, p. 4)

Sendo assim, o conhecimento local é um conjunto completo de conhecimento com história e identidade própria e que existe no seu próprio contexto específico. O conhecimento é acumulado e formatado por meio de instrumentos efetivos como métodos de observação, técnicas de registro, procedimentos para investigação e pesquisa, aparatos de controle, etc. (Foucault, 1976). Portanto, diz Jorgensen (1999), ele é concreto.

Figura 2: Estoque de conhecimento disponível à firma



Ambas as formas de mudança (ganho) em conhecimentos e habilidades têm origem muito mais na experiência acumulada dentro da firma (conhecimento interno ou disponível à firma) do que na experiência do mundo externo (conhecimento externo ou livremente disponível a todas as firmas). O *conhecimento interno* inclui a experiência pessoal e em grupo na forma tácita (não-codificada), explícita (codificada) e específica

(cumulativamente aumentada). O *conhecimento externo* envolve conhecimento público (livremente disponível em publicações, ensino formal, etc.), conhecimento universal (decorrente das ciências naturais), contribuições de outras firmas (oferta de tecnologias na forma de capital-equipamento) e outras informações (públicas ou privadas) sobre mercados, preços, gostos e atitudes dos consumidores, tecnologias sendo desenvolvidas por outras firma, etc.. Estas dimensões do conhecimento são apresentadas na Figura 2.

O conhecimento acumulado internamente está estritamente ligado às habilidades, em nível dos indivíduos ou equipe (Penrose, 1959), e às rotinas, em nível da organização (Nelson e Winter, 1982). Em um sentido evolucionário, Nelson e Winter (1982, p. 99) propõem que "a rotinização de atividade em uma organização constitui a mais importante forma de estocagem do conhecimento operacional específico da organização". Em outras palavras, o conhecimento reside na "memória" dos "membros da organização", que têm certas habilidades e rotinas ("repertório"). O 'exercício' de habilidades e rotinas é tão importante para a aprendizagem e memória ("*lembrar por fazer*") quanto para a aplicação de todo o conhecimento, tácito e explícito (*fazer por saber*). Através de suas próprias atividades (experiência), os indivíduos estocam (armazenam) todo o conhecimento necessário para o desempenho de habilidades individuais e rotinas. Dessa forma, mediante o exercício de habilidades e rotinas, em circunstâncias particulares, os indivíduos conseguem desempenhá-las ao "*lembrar por fazer*". Este termo foi introduzido por Nelson e Winter (1982) para denotar a idéia de que, assim como um indivíduo se lembra das habilidades pelo exercício delas, as organizações "se lembram" de uma rotina, em grande parte, pelo exercício delas. Assim, o exercício da rotina está para a memória organizacional como os registros estão para a memória formal.

Neste sentido, as habilidades em usar o conhecimento acumulado dentro da firma podem ser divididas em três classes *especializadas*, mas interligadas e interdependentes entre si: (1) habilidades em desenvolvimento; (2) habilidades em organização; e (3) habilidades em aprendizagem. Cada tipo de habilidade será discutido com maiores detalhes mais adiante.

As mudanças nas condições externas também estão ligadas às mudanças dentro da firma (mudança contínua nas habilidades e conhecimentos). Esta ligação mútua é estabelecida pela 'competição em criatividade'. Por exemplo, a necessidade da firma dar resposta às ameaças de novas tecnologias, sendo desenvolvidas pelos competidores, requer a criação de novas habilidades, tais como desenho e manufatura. Sendo assim, em setores onde a firma individual deve manter-se lado a lado com novos desenvolvimentos técnicos (ser capaz de desenvolver um *expertise* em tecnologia e *marketing*) para competir com sucesso (acompanhar e participar na introdução de inovações que afetam seus produtos) e onde a lucratividade contínua provavelmente está associada às possibilidades de inovação, o desenvolvimento de novas habilidades mantém uma forte relação com as condições de competição, porém baseado em um *expertise* em tecnologia e *marketing*. Em tais circunstâncias, como enfatiza Penrose (1959, p. 106), a maioria das grandes firmas têm adotado laboratórios de pesquisa industrial, que aceleram, imensuravelmente, a criação de habilidades e conhecimentos dentro da firma.

O *estoque de conhecimento*, que serve de base para inovações particulares, tem origem nas seguintes contribuições:

- a) conhecimento *tecnológico in-house* - conhecimentos implícita e explicitamente articulados em engenharia, *designer*, produção, *marketing*, etc.;

- b) conhecimento *comercializado por outras firmas* - conhecimento tecnológico fisicamente incorporado na forma de capital-equipamento, instrumentos de precisão e medida, por exemplo);
- c) conhecimentos *privados* - conhecimentos que estão explicitamente articulados, tais como conhecimento detalhadamente impresso em manuais e artigos pedagogicamente ensinados em escolas e cursos de treinamento, e ainda conhecimentos expostos em contextos, como patentes, por exemplo;
- d) conhecimento *público* - conhecimento científico amplamente aplicável (universal) que é comumente ensinado em disciplinas das escolas (eletricidade, mecânica, física, por exemplo), especificamente aplicável (tais como *know-how* e capacidades), bem como publicações técnicas e científicas; e
- e) outras informações (públicas ou privadas) sobre mercados, preços, gostos e atitudes dos consumidores, tecnologias sendo desenvolvidas por outras firmas, etc.

Portanto, uma atividade crítica para aprender, memorizar, utilizar e lembrar conhecimentos e habilidades é, sem dúvida, a atividade de desenvolvimento de processo e produto.

4.3 Competência Tecnológica

A competência é uma qualidade muito mais específica à firma do que ao indivíduo, por várias razões. A explicação mais óbvia, do ponto de vista de Penrose (1959), é que a competência dos indivíduos somente está disponível sob determinadas circunstâncias, que envolvem experiência em grupo ('trabalho em equipe'), conhecimento e aprendizado:

"... quando um homem começa a trabalhar em uma firma particular ou com um grupo particular de pessoas, eles tornam-se, individualmente e como um grupo, mais valiosos à firma, pois os serviços que eles podem render são realçados pelo conhecimento dele, de seus colegas de trabalho, dos métodos da firma e da melhor maneira de fazer as coisas em um conjunto particular de circunstâncias nas quais eles estão trabalhando. (...) Quando os executivos tornam-se mais familiarizados com o seu próprio trabalho e bem-sucedidos em integrar-se dentro da organização, sob o seu controle, (...) a capacidade [deles] em si terá aumentado através da experiência e do crescimento do conhecimento em geral" (Penrose, 1959, p. 52)

Com base neste argumento, é possível entender melhor a conceitualização de competência. Por exemplo, Teece (1998, p. 71) diz que competências podem ser pensadas como *clusters* de ativos de *know-how*. Prahalad e Hamel (1994, p. 223) vêem a competência mais como um pacote de habilidades e tecnologias do que como uma única habilidade ou tecnologia. Pavitt (1992) refere que competências (específicas à firma) são baseadas em habilidades e conhecimentos que são especializados funcional e organizacionalmente. De qualquer forma, Reed e DeFillippi, (1990, p. 89) explicam que a competência pode ser entendida, a priori, quanto a sua origem: (a) a fonte de uma competência é sempre interna à firma; e (b) a competência é produzida pela maneira que uma firma utiliza seus recursos e habilidades internas, relativo à competição.

Dito isto, a *competência*, em termos tecnológicos, pode ser aqui definida como sendo habilidades especializadas profissional (*expertise* disciplinar) e funcionalmente (*design*, manufatura, *marketing*, etc.), que utilizam conhecimentos de fonte variada (tecnologia *in-house* e contribuições de outras firmas ou de conhecimento público) para

fazer (produzir) coisas úteis (produtos e serviços eficazes e lucrativos) de maneiras tecnologicamente diferenciadas (métodos e processos eficientes e difíceis de imitar) *vis-a-vis* dos competidores (Teece, 1998 e 1986; Pavitt, 1992 e 1984; Dosi, Teece e Winter, 1992; Nelson, 1991; Reed e DeFillippi, 1990; Dosi, 1988).

Em suma, a firma está empenhada, em parte, para 'fazer coisas' a fim de atender os requerimentos dos consumidores e condições de mercado e, em parte, para 'criar habilidades' com o objetivo de obter uma competência (tecnológica) necessária não apenas para lidar com condições de produção e *marketing*, mas também para fazer adaptações e inovações necessárias para acompanhar a competição, bem como para absorver e reter conhecimento, que aumenta automática e rapidamente dentro da firma (Penrose, 1959, p. 134). Esta adaptação e mudança envolvem capacidades de desenvolvimento e condições de apropriabilidade (padrões de mudança técnica e de aprendizagem), conforme será discutido nos tópicos mais à frente.

Há evidências empíricas suficientes que demonstram que a maior parte dos esforços e gastos com P&D estão comprometidos com D (Pavitt, 1984; Dosi, 1988; Rosenberg, 1994). Como Pavitt (1984, p. 348) afirma, o desenvolvimento (D) tem como propósito "... mobilizar habilidades, conhecimento e procedimentos na firma no sentido de comercializar produtos e processos de produção específicos, com as características de operação, confiabilidade e custos que satisfaçam as necessidades dos usuários". Tais características estão envolvidas no processo de avaliação de desempenho dos recursos da firma, em termos de eficiência e eficácia, que será discutido adiante, quando oportuno.

Em estudos sobre histórias de firmas industriais, Chandler (1992) enfatiza como os conhecimentos e as habilidades, ambos aprendidos dentro da firma, se manifestam nas "facilidades" da firma para a produção e distribuição. O autor afirma: "tais conhecimentos

e habilidades eram desenvolvidos pelo aprendizado através de tentativa e erro, *feedback* e avaliação; então, as habilidades dos indivíduos dependem do cenário organizacional, no qual elas são desenvolvidas e usadas" (Chandler, 1992, p. 84). Tais habilidades e conhecimento eram específicos à companhia e à indústria. Neste sentido, a competência tecnológica de uma firma é baseada em conhecimentos e habilidades, os quais devem ser constantemente aprendidos dentro de um contexto organizacional muito específico. As firmas acumulam, ao longo do tempo, conhecimento tecnológico e habilidades de busca, que são desenvolvidos *localmente*, isto é, em proximidades ou zonas estritamente relacionadas às combinações de insumos particulares e características do produto.

O desenvolvimento da competência tecnológica depende, principalmente, do padrão de mudança técnica específico à firma (importância relativa da tecnologia de processo e de produto). Este, por sua vez, define o balanço entre as fontes de conhecimento (formas pública/universal e formas tácita/especializada) e entre fontes de tecnologia (habilidades internas e externalidades) e define, também, o processo de aprendizagem da firma (reciprocidade entre tecnologia específica à firma, fontes de tecnologia e competência tecnológica). Como ressalta Cusmano (2000, p. 7), competências são um resultado do processo de aprendizagem, que é cumulativo, "dependente de caminho" e específico à firma.

A competência tecnológica deve observar, em dado momento, certas características e/ou requerimentos técnicos demandados pelos consumidores e/ou usuários de equipamentos.

A firma, além de observar o conjunto limitado de características tecnológicas, em qualquer momento do tempo, ela, também, segue uma trajetória tecnológica ordenada, ao longo do tempo. O conhecimento tecnológico, que é acumulado paradigmaticamente no

desenvolvimento da competência tecnológica adota, ao longo do tempo, padrões ordenados de inovações (mudança técnica), ou seja, ele segue uma trajetória tecnológica. Por exemplo, os engenheiros, tipicamente, tentam melhorar as características desejáveis que são específicas a um certo produto, ferramenta ou aparelho, guardando em mente o *trade-offs* entre eles. Como Dosi (1988, p. 1129) sugere, o impulso principal para a inovação tem derivado do *desequilíbrio* entre dimensões técnicas que caracterizam uma trajetória. Por exemplo, o *desequilíbrio* entre velocidade de corte e resistência da ferramenta nas máquinas-ferramenta ou velocidade da lançadeira nas tecelagens e velocidade de rotação nas fiações, no século dezoito.

4.4 Capacidades de Desenvolvimento

Em uma perspectiva evolucionária e schumpeteriana, Nelson (1991) enfatiza o papel das capacidades para inovação e para tirar vantagem econômica da inovação. Isto quer dizer que, simplesmente, produzir um dado conjunto de produtos com um dado conjunto de processos (rotinas ou padrões de práticas e de aprendizado correntes) não capacita a firma sobreviver por um longo tempo, quando a inovação tecnológica é importante na sua indústria. Para que uma firma continue fazendo tão bem o que ela faz, é necessário sempre inovar, em particular, é necessário um conjunto de capacidades "essenciais" em P&D.

"As capacidades em P&D devem ser o guia na definição das capacidades dinâmicas de uma firma. Entretanto, em uma firma bem sintonizada, suas organizações da produção, dos procedimentos, do *marketing* e legal devem ter incorporado as capacidades para dar suporte e complementar as novas

tecnologias de produto e processo provenientes da P&D." (Nelson, 1991, p. 68)

Em uma abordagem mais recente (Teece e Pisano, 1994; Teece, Pisano e Shuen, 1997)²¹, a noção de vantagem competitiva requer, por um lado, a exploração (coordenação e reemprego) das competências, internas e externas, específicas à firma [capacidades gerenciais] e, por outro, o desenvolvimento de novas combinações (inovações de produtos de maneira rápida e flexível) de competências e recursos [capacidades tecnológicas], como resposta às rápidas mudanças no ambiente. Juntas, as capacidades gerenciais e tecnológicas, compõem as chamadas "capacidades dinâmicas"²².

As capacidades estão de fato representadas pela coordenação completa e formalmente desenvolvida em alianças, grupos e agrupamentos (*clusters*) entrelaçados e complexos.

"Nas indústrias intensivas em capital, o processo [*throughput*] necessário para manter a escala eficiente mínima requereu coordenação cuidadosa não apenas do fluxo decorrente do processo de produção, mas também do fluxo de insumos dos fornecedores e do fluxo de produtos dos intermediários aos usuários finais." (Chandler, 1990, p. 24)

Esta coordenação acontece por completo por decisão deliberada de uma equipe ou hierarquia gerencial, na medida em que o "processo" incorpora características organizacionais. Tais economias reais de escala e escopo dependem (...) *das capacidades humanas essenciais organizadas para explorar o potencial dos processos tecnológicos*

²¹ Na verdade, uma primeira discussão sobre esta abordagem foi publicada em Teece, D., G. Pisano and A. Shuen. 'Firm Capabilities, resources, and the concept of strategy'. CCC Working Paper, 90-8, Center for Research on Management, University of California, Berkeley, 1990.

²² O termo 'dinâmico' refere-se, segundo Teece *et al.* (1997, p. 515), à capacidade para renovar as competências de modo a conseguir uma congruência com as mudanças no ambiente de negócios. O termo 'capacidades' enfatiza o papel chave do gerenciamento estratégico em, apropriadamente, adaptar, integrar e reconfigurar as habilidades e recursos organizacionais e competências funcionais para atender os requerimentos de um ambiente em mudança.

(Chandler, 1992, p. 81). O potencial das novas tecnologias e as maneiras de melhorar os processos de manufatura (melhorias de processo e de produtos, através da pesquisa e desenvolvimento sistemático) e de *marketing* e/ou distribuição (oferta de serviços de *marketing* mais eficientes e diferenciação de produtos de boa reputação, através da publicidade) podem ser explorados, através do aprendizado (experiência em economia de escala e escopo, por exemplo), pelos investimentos em manufatura, *marketing* e gerenciamento.

Recentemente, alguns estudiosos (Prahalad e Hamel, 1990 e 1994; Rosenberg, 1994) têm evidenciado o bom desempenho das firmas japonesas *vis-a-vis* das americanas por terem melhor apreciado o significado econômico das atividades de desenvolvimento no processo inovativo²³, aproveitando o poder cumulativo das numerosas mudanças pequenas e incrementais.

De todo modo, as capacidades de desenvolvimento apresentam certas características-chave:

a) especificidade - elas são específicas à firma pelo modo particular de organizar (de forma deliberada e voluntária) o processo de busca por conhecimento, no sentido de desenvolver a 'melhor prática' particular, isto é, comando da tecnologia (Nelson, 1991) ou *know-how* particular - conhecimento técnico específico à firma sobre como fazer coisas melhor do que o estado da arte existente (Teece, 1986); tudo isto não é tão facilmente visível e compreensível pelas outras firmas;

b) cumulatividade e irreversibilidade - isto por elas manterem o curso contínuo de melhorias pequenas e incrementais através de uma atividade que nunca termina (sem um final bem definido), ou seja, "o que a firma pode fazer no futuro está estritamente limitadas

²³ Muito embora, segundo Penrose (1959), todas as firmas estejam cientes disto.

pelo que ela tem sido capaz de fazer no passado" (Dosi, 1988, p. 1130). Ambas, cumulatividade e irreversibilidade, são dimensões que implicam aprendizagem: "por causa de o aprendizado ser cumulativo, as firmas estão, provavelmente, em busca de novos produtos e processos em áreas relacionadas à P&D passada. Como um resultado, a direção do aprendizado futuro depende da natureza da base de conhecimento acumulado." (Helfat, 1994, p. 174); isto é chamado de "dependência de caminho" (Dosi *et al.* 1992); e

c) sistematização - porque elas envolvem desenho de novos produtos, teste e avaliação do desempenho deles (incluindo construção e teste de protótipos ou experimentação com plantas piloto) e invenção e desenho de novos e apropriados processos de manufatura (Rosenberg, 1994, p. 126).

A noção de "capacidades dinâmicas" específicas à firma surgiu para explicar como a 'combinação de competências e recursos' pode ser desenvolvida, empregada e protegida pela firma em sintonia com as 'mudanças no ambiente' de negócios. Está claro como esta abordagem coloca forte ênfase na relação entre recursos internos e mudanças (ambientais) externas à firma, em que a combinação de recursos internos fica fortemente influenciada pelos requerimentos de uma mudança no ambiente.

A questão das capacidades de desenvolvimento freqüentemente tem sido foco de algumas pesquisas empíricas (Henderson e Clark, 1990; Clark e Fujimoto, 1991; Leonard-Barton, 1992; Henderson, 1993; Henderson e Cockburin, 1994; Helfat, 1994). Em termos teóricos, salvo notáveis exceções como Rosenberg (1982 e 1994) e Nelson (1991), por exemplo, as capacidades de desenvolvimento entram no estudo não como aspecto-chave, mas como um dos componentes da estrutura de análise proposta²⁴. A razão pela qual isto acontece parece simples. Os desenvolvimentos sobre a abordagem baseada na eficiência

têm dispensado grande ênfase, bem como especial atenção, nos últimos anos, para as mudanças externas como determinantes da conduta da firma. Por exemplo, Chandler (1990) explica como as variáveis ambientais e nacionais influenciam, consideravelmente, a estratégia e a estrutura da firma. Ele faz uma análise profunda em nível da firma para entender o ambiente no qual ela está inserida. Teece *et al.* (1997) desenvolvem uma estrutura de análise (abordagem das capacidades dinâmicas) sobre os esforços da firma (processos gerencial, organizacional e tecnológico) para entender como e por quê certas firmas constroem vantagem competitiva (criação e captação de riqueza) em regime de rápida mudança tecnológica. Os autores sugerem, assim, que "certas respostas inovativas são requeridas quando o ajuste ao mercado e a regulação [do ritmo] são cruciais, a taxa de mudança tecnológica é rápida e a natureza dos mercados e da competição futura é difícil de determinar" (Teece *et al.*, 1997, p. 515).

Esta abordagem das capacidades dinâmicas, derivada de Amit e Schoemaker (1993) e Langlois (1994), baseia-se na idéia de que a firma deve dimensionar adequadamente os requerimentos para o rápido ajuste necessário (reconfiguração e transformação) da dotação de ativos (estratégicos) em um mundo repleto de rápidas mudanças, incerteza, complexidade e conflito organizacional. Teece e seus colegas sustentam este argumento baseados na seguinte premissa:

²⁴ Amit e Schoemaker (1993), por exemplo, consideram capacidades de desenvolvimento (tecnológicas) como sendo um tipo de "Ativo Estratégico".

"Mudança é cara e, assim, uma firma deve desenvolver processos para minimizar o *pay-off* da mudança. A habilidade para calibrar os requerimentos para mudança e para efetuar os ajustes necessários que possam surgir depende da habilidade em examinar o ambiente, para avaliar mercado e competidores, e em rapidamente realizar a reconfiguração e a transformação à frente da competição" (Teece *et al.*, 1997, p. 521)

Entretanto, este enfoque sobre o 'rápido ajuste interno', dada uma mudança externa, conta apenas uma parte da história da firma; ele é uma condição necessária, mas não suficiente para uma firma tornar-se capaz de sobreviver no longo prazo. O sucesso de uma firma depende, em grande medida, de suas capacidades inovativas (essenciais) em P&D. Este argumento se baseia na idéia desenvolvida por Nelson (1991) sobre a teoria das capacidades dinâmicas da firma, de que as firmas possuem uma 'característica relativamente estável', isto é, 'difícil de mudar'. Em outras palavras, mudanças em estrutura (como uma firma é organizada e governada) e, conseqüentemente, em capacidades essenciais (coisas que uma firma é capaz de fazer tão bem) são muito mais difíceis do que mudanças em estratégias (um conjunto de compromissos assumidos por uma firma que define e racionaliza seus objetivos e determina como ela deseja perseguí-los), por envolver tempo e custo para se fazer isto.

O trabalho de Nelson (1991) sugere, assim, uma discussão mais a fundo da importância econômica das mudanças internas (inovação) oriundas do emprego, interação e combinação dos recursos (capacidades tecnológicas ou inovativas), com os quais a firma está acostumada a trabalhar. Igualmente, Cantwell (1994) e Patel e Pavitt (1994) colocam ênfase sobre as mudanças tecnológica e de inovação mais em nível da firma do que em nível da indústria/população. A partir desta perspectiva, introduziu-se aqui a noção de

vantagens tecnológicas, que será melhor discutida no tópico a seguir. As capacidades dinâmicas, por sua vez, consistem em capacidades para dar suporte e complementar as novas tecnologias de produto e processo provenientes da P&D. Isto é, as capacidades tecnológicas (inovativas) precedem e condicionam as capacidades dinâmicas.

O 'início' da mudança tem origem, na verdade, dentro da própria firma. Nas palavras de Penrose (1959, p. 78): "descritos fisicamente, os recursos são comprados no mercado pelos seus serviços conhecidos, mas tão logo que tornam-se parte de uma firma a gama de serviços que são capazes de gerar começa a mudar". Por exemplo, especialidade profissional e organizacional de boa reputação, em termos de recursos humanos, e especificações técnicas aprovadas ou desempenho comprovado, em termos de capital-equipamento. A firma faz isto porque sabe que, a partir de então, os recursos são capazes de gerar, imediata e continuamente, uma gama de serviços (potenciais), que ela não conhece muito bem de imediato. Esta forma particular de ver a firma, por parte de Penrose (1959), faz dela um 'ambiente interno' favorável para a criação de novas oportunidades produtivas:

"Não apenas o pessoal de uma firma pode gerar uma variedade heterogênea de serviços únicos, mas também os recursos materiais da firma podem ser usados de diferentes maneiras, o que significa que eles podem proporcionar diferentes tipos de serviços." (Penrose, 1959, p. 75).

Portanto, a abordagem das capacidades de desenvolvimento deve se basear na idéia de "mudança recíproca" dos recursos da firma (Penrose, 1959):

"Os serviços que os recursos irão gerar dependem das capacidades do homem que os usa, mas o desenvolvimento das capacidades do homem é, em parte,

formado pelos recursos que o homem manuseia. Os dois juntos criam a oportunidade produtiva de uma firma particular." (Penrose, 1959, p. 78-9)

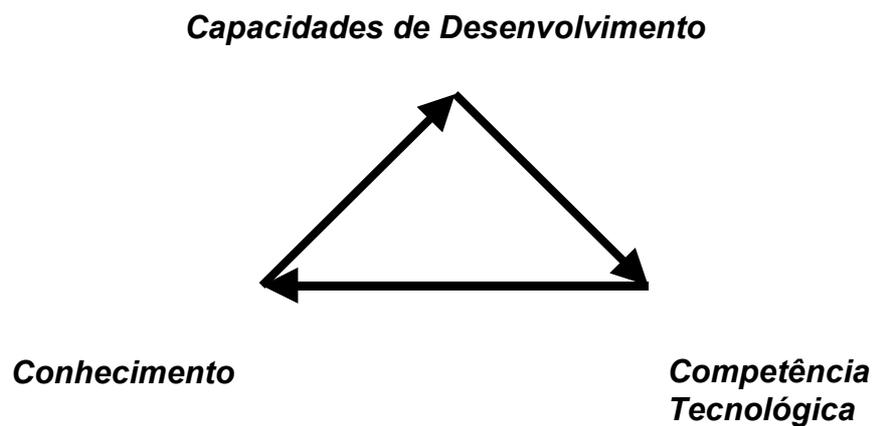
Em outras palavras, ao mesmo tempo que o aproveitamento (tirar vantagem) das oportunidades produtivas (tecnológicas) que os recursos oferecem depende das capacidades dos recursos humanos, o desenvolvimento das capacidades tecnológicas, organizacionais e gerenciais depende, em parte, do ganho de experiência e do conhecimento sobre os mesmos recursos (aprendizagem). Nestas circunstâncias em que o pessoal técnico e gerencial estão interados com as propriedades dos recursos a sua disposição, a descoberta de novas maneiras de usá-los e, subsequentemente, a exploração destas possibilidades depende da pesquisa (capacidades tecnológicas) sobre novas combinação de recursos - inovações (tecnológicas) dentro da firma. As novas combinações de podem ser combinações de *serviços* para a produção de novos produtos, novos processos para a produção de antigos produtos, nova organização de funções administrativas. Como Helfat (1994) enfatiza, boa parte da pesquisa em desenvolvimento é responsável pelas alterações e realces dos ativos, processos e produtos existentes da firma.

Neste sentido, o significado de nenhum recurso é visto pelo seu uso em si, mas pelo seu uso efetivo em termos de combinações possíveis com outros recursos.

"Recursos descritos fisicamente são comprados no mercado pelos seus serviços conhecidos; mas logo que tornam-se parte de uma firma, a gama de serviços que são capazes de gerar começa a mudar" (Penrose, 1959, p. 78)

Deste modo, mudança recíproca significa dizer que a exploração das oportunidades obtidas dos recursos muda com mudança em conhecimento, ou seja, há uma estreita conexão entre o tipo de conhecimento possuído pelo pessoal da firma (conhecimento tecnológico sobre as características físicas dos recursos, sobre maneiras de usá-los, sobre

produtos que poderiam ser lucrativos ao usá-los) e as oportunidades obtidas de seus recursos materiais. Estas possíveis combinações são para a firma, ao mesmo tempo, um desafio para inovar, um incentivo para expandir e uma fonte de vantagem competitiva (processo de acumulação de recursos que não pode ser repetido).



Este tipo de mudança inicia com mudanças no conhecimento através da larga experiência que as pessoas adquirem pela utilização dos recursos disponíveis à firma (inclusive em relação ao mundo externo), que, por sua vez, muda as habilidades para a utilização do novo conhecimento (competência tecnológica) na produção de bens e serviços, e assim por diante. Com isso, sucessivos desenvolvimentos acontecem como uma atividade sem fim - novas competências são continuamente criadas. Similarmente, Teece (1998, p. 75) corrobora com esta idéia, ao dizer que "conhecimento sustenta competências, e competências, por sua vez, sustentam a oferta de produtos e serviços da firma ao mercado".

4.5 Capacidades de Desenvolvimento e Vantagem Competitiva Sustentável

Na visão de Penrose (1959), o desejo da firma em usar seus recursos existentes mais eficientemente torna-se o incentivo original para uma grande quantidade de inovação. Por sugestão da autora, cabe reconhecer aqui o papel dominante que o conhecimento crescente cumpre no processo econômico e analisar "o efeito das mudanças nas variáveis econômicas tradicionais sob mudanças em conhecimento" (Penrose, 1959, p. 77). O conhecimento torna-se não apenas uma função de uma variável econômica (lucros futuros da inovação, por exemplo), mas sobretudo uma função da "crença" nos contínuos efeitos da mudança em conhecimento sobre a conduta da firma. Em outras palavras, há confiança de que o esforço de busca por conhecimento, através do processo de aprendizagem, pode alcançar não só a melhoria da eficiência, eficácia e lucratividade da firma, mas também adquirir novos conhecimentos e habilidades. Assim, o conhecimento pode ser uma função não apenas da *viabilidade econômica* da inovação (apropriabilidade), mas, antes de tudo, da *viabilidade tecnológica* da inovação (cumulatividade).

O desenvolvimento da vantagem competitiva não está baseado em meras restrições artificiais (deliberadas e legais), mas principalmente em restrições de caráter intrínseco ou oculto (complexas e tácitas). Penrose (1959, p. 113) relaciona as habilidades inovativas com a competição, dizendo:

"Para muitas, se não para a maioria das firmas, a proteção a longo prazo mais efetiva, ambas contra a competição direta, bem como contra a competição indireta de novos produtos, consiste na habilidade da firma em antecipar, ou ao menos acompanhar, inovações ameaçadoras em processos, produtos e técnicas de *marketing*."

A proteção contra a imitação ou diluição dos retornos de inovações depende fundamentalmente dos efeitos cumulativos do processo de desenvolvimento por cumprir, a priori, um papel crítico na eventual captura de retornos de inovações. Neste sentido, sugere-se, aqui, que a firma pode tirar vantagem do processo de desenvolvimento de acordo com dois pontos de vista: (a) *vantagem tecnológica* decorrente dos avanços tecnológicos (oportunidades) incrementais e contínuos em uma tecnologia bem estabelecida, seja através de adaptações de tecnologias externamente criadas, seja de refinamentos de tecnologias e métodos de manufatura existentes; e (b) *vantagem econômica* obtida através dos ganhos em desempenho dos recursos, em termos de eficiência (desempenho da manufatura), eficácia (desempenho dos produtos) e posição no mercado (desempenho da firma), ou seja, vantagem decorrente dos retornos eventualmente capturados de inovações subjacentes às capacidades de desenvolvimento.

Henderson e Clark (1990, p. 16), por exemplo, sugerem que organizações que estão ativamente empenhadas em inovações incrementais, que ocorre dentro de contexto de "conhecimento arquitetural" estável (uma vez que o desenho dominante tem sido aceito), tendem a incorporar (implicitamente) "conhecimento arquitetural" em seus canais de comunicação, filtros de informação e estratégias de resolver problemas. Como fonte constante de inovação incremental, o "conhecimento em componente"²⁵, em contraste, pode ser explicitamente gerenciado. Tudo isto implica interação entre desenho e produção, que envolve fortes *feedbacks* entre usuários e fornecedores (externalidades tecnológicas) e um esforço de "imitação criativa" (Rosenberg, 1994; Dosi, 1988; Penrose, 1959).

²⁵ Para Henderson e Clark (1990, p. 11), o desenvolvimento de produto envolve dois tipos de conhecimento. Primeiro, ele envolve conhecimento em componente, ou seja, conhecimento sobre cada um dos conceitos de desenho essencial e sobre a maneira pela qual eles são implementados em um componente particular. Segundo, ele também requer conhecimento arquitetural ou conhecimento sobre a maneira pela qual os componentes estão integrados e ligados juntos em uma completa coerência.

O simples fato de uma firma estar empenhada no desenvolvimento de maneiras para reduzir custos e melhorias na qualidade dos produtos existentes, isto, por si só, já é um indício básico de que ela está acelerando a produção de novos conhecimentos e a criação de novas habilidades. Novos conhecimento e habilidades são úteis não apenas para a produção de produtos existentes mais eficiente e eficazmente (investimentos contínuos em campos existentes), eles também proporcionam a fundação que poderá dar à firma uma vantagem em alguma área inteiramente nova (adição de novos produtos - diversificação). Novas oportunidades surgirão quando a firma desenvolver um conhecimento especializado de uma tecnologia que não é em si muito específico a qualquer tipo particular de produto - por exemplo, conhecimento de diferentes tipos de engenharia ou química industrial (Penrose, 1959).

Em síntese, os elementos básicos da definição de capacidades de desenvolvimento são conhecimentos e habilidades específicos à firma, aprendizagem pela experiência interna e competência tecnológica. Então, as capacidades de desenvolvimento podem ser uma fonte de sustentabilidade da vantagem competitiva, na medida em que esta noção envolve recursos intangíveis com certas características-chave, tais como especificidade (Penrose, 1959; Nelson e Winter, 1982), dependência de caminho (Dosi *et al.*, 1992), cumulatividade, complexidade social (Dierickx e Cool, 1989) e ambigüidade causal (Lippman e Rumelt, 1982). Dito isto, capacidades de desenvolvimento adere às condições de imitabilidade incerta, mobilidade imperfeita e substituibilidade imperfeita.

Em resumo, um *recurso* pode ser visto como um "pacote", cujo conteúdo é chamado de "*serviços*", em outras palavras, os recursos podem ser separados em *recursos tangíveis* (recursos físicos e humanos) e *recursos intangíveis* (serviços técnicos, organizacionais, gerenciais e empresariais). As firmas são dotadas de recursos que geram

uma gama de serviços produtivos potenciais dependentes de ações deliberadas para serem amplamente usados. Deste modo, as possíveis fontes de vantagem competitiva sustentável estão muito mais relacionadas aos recursos intangíveis do que aos recursos tangíveis, uma vez que são relativamente mais importantes, do ponto de vista dos consumidores, simultaneamente superiores, imperfeitamente imitáveis, substituíveis e móveis, do ponto de vista dos competidores.

Com a experiência acumulada dentro da firma, um indivíduo ganha ambos, em conhecimentos e em habilidades para usar os conhecimentos adquiridos. A relação entre conhecimento e habilidades é dependente de um contexto específico, no qual eles são operacionalizados. Ambos, conhecimentos e habilidades, são localmente incorporados em equipes de trabalho, sistemas técnicos, estrutura social de um grupo, unidades organizacionais, etc.

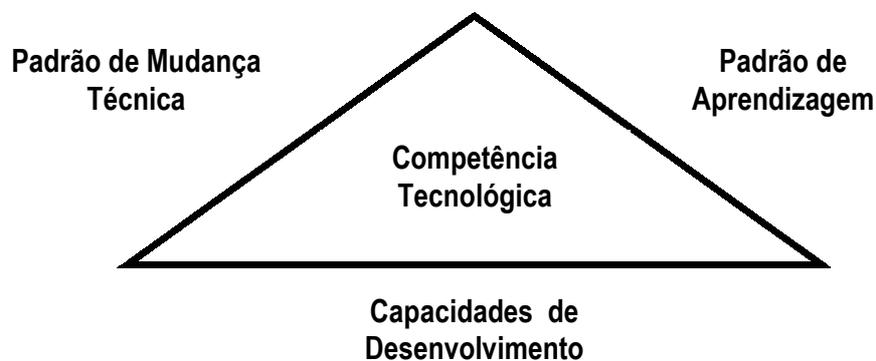
O conhecimento possui uma história e é acumulado e formatado por meio de instrumentos efetivos como métodos de observação, técnicas de registro, procedimentos de investigação e pesquisa, aparatos de controle, etc. O estoque de conhecimento que serve de base para inovações particulares inclui: conhecimento tecnológico *in-house*, conhecimento comercializado por outras firmas, conhecimento privado, conhecimento público e outras informações.

A competência dos indivíduos somente está disponível sob determinadas circunstâncias, que envolve experiência em grupo (trabalho em equipe), conhecimento e aprendizado. Neste sentido, a competência tecnológica consiste em habilidades especializadas profissionais (*expertise* disciplinar) e funcionalmente (*design*, manufatura, *marketing*, etc.), que utilizam conhecimento de fontes variadas para fazer coisas úteis de maneiras tecnologicamente diferenciadas *vis-a-vis* dos competidores.

O aspecto enfatizado na estrutura de análise aqui proposta, pouco explorado da abordagem baseada em recursos, é a importância econômica das mudanças internas à firma oriundas do emprego, interação e combinação de seus recursos. Tais mudanças são caracterizadas pelas "mudanças recíprocas" que há no desenvolvimento de conhecimentos e habilidades e na exploração das contribuições dos recursos físicos com os quais uma firma trabalha.

5 A DINÂMICA DAS CAPACIDADES DE DESENVOLVIMENTO

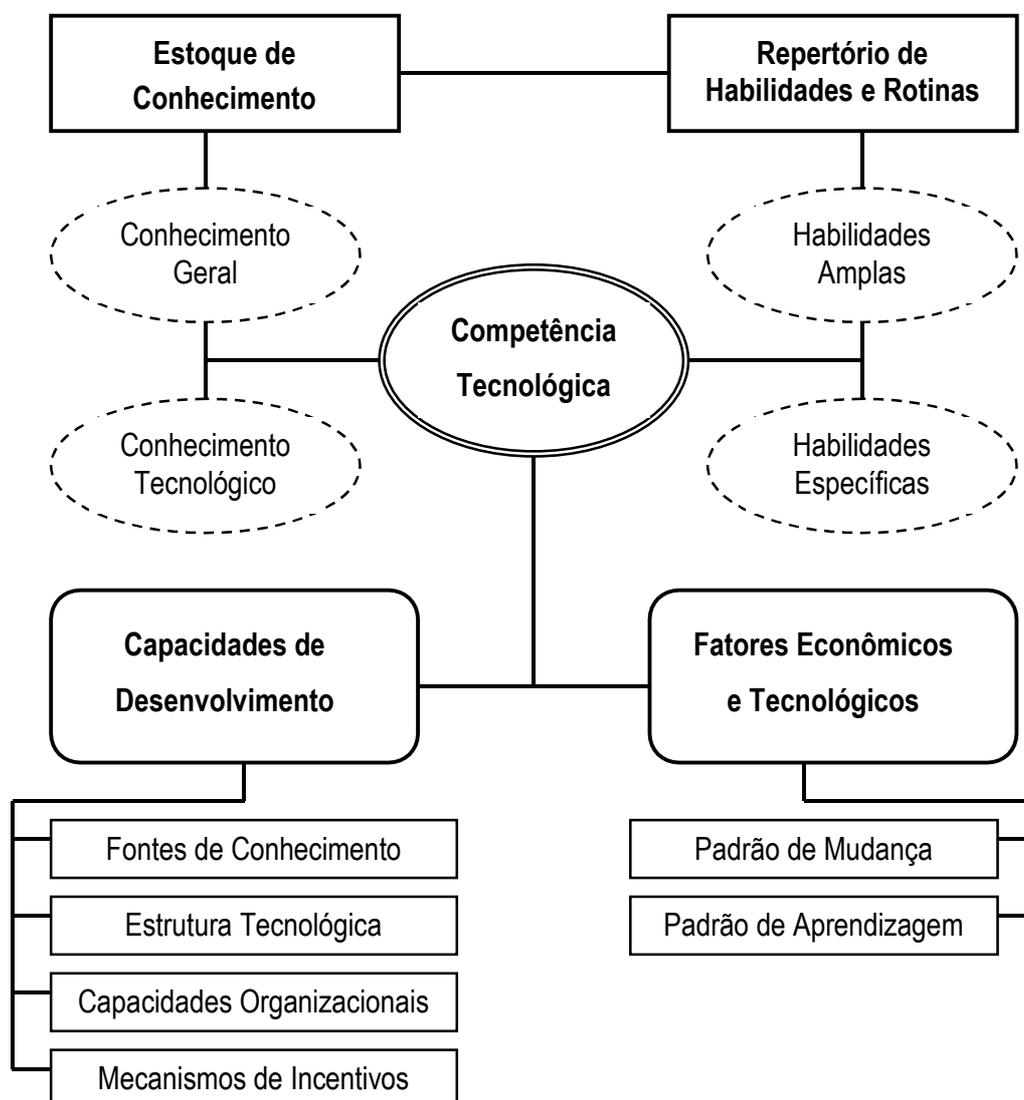
Este capítulo tem como propósito construir uma estrutura de análise da sustentabilidade da vantagem competitiva. Para tanto, torna-se necessária a definição dos elementos básicos do modelo teórico sobre a dinâmica das capacidades de desenvolvimento específicas às firmas inovadoras.



A Figura 3 apresenta uma esquematização do processo de desenvolvimento, o qual consiste em um processo cumulativo de capacidades de desenvolvimento que requer fontes variadas de conhecimento, estrutura tecnológica, capacidades organizacionais e mecanismos de incentivos. Além disso, as capacidades de desenvolvimento são influenciadas por padrões de mudança técnica e padrões de aprendizagem (fatores econômicos e tecnológicos).

A dinâmica das capacidades de desenvolvimento implica *feedback* positivo entre as diferentes formas de conhecimento e habilidade envolvidos no processo de desenvolvimento, bem como entre as capacidades de desenvolvimento e fatores econômicos e tecnológicos.

Figura 3: A dinâmica das capacidades de desenvolvimento específica à firma



Nesta interação, as capacidades de desenvolvimento são construídas, sob conhecimento (tecnológico)²⁶ em constante mudança, para uma melhoria da competência tecnológica de uma firma. Além disso, as capacidades de desenvolvimento ocorrem sobre um aprendizado (específico à firma) anterior e sobre um *processo de busca inovativa*

²⁶ Fleck (1997) chama de "conhecimento contingencial" o componente de conhecimento particularmente importante para o desenvolvimento de tecnologias.

influenciado pelo padrão de mudança técnica (específico ao setor). Tais capacidades possuem, assim, uma trajetória particular, isto é, elas são "dependentes de caminho".

A sustentabilidade da vantagem competitiva requer a construção de capacidades de desenvolvimento que implica organização de fontes variadas de conhecimento, estrutura tecnológica e mecanismos de incentivos para dimensionar adequadamente os efeitos econômicos das mudanças cumulativas e contínuas no ambiente interno. Tais mudanças - inovações - são oriundas do emprego, interação e combinação dos recursos (capacidades tecnológicas) e de padrões de mudança técnica e de padrões de aprendizagem.

Desse modo, as capacidades de desenvolvimento são fortemente influenciadas pelos requerimentos de uma mudança no ambiente interno para o contínuo ajuste (reconfiguração e transformação) da dotação de recursos necessário para explorar o potencial de suas capacidades tecnológicas.

Neste processo, o fundamental (crítico) é manter um curso contínuo de pequenos melhoramentos e modificações menores, que possam trazer alguma ligeira redução em custos e melhoria no desempenho dos produtos. O esforço de desenvolvimento é um *processo de busca* contínua por parte da firma para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias (Dosi, 1988), uma vez que este processo não tem um término bem definido, ou seja, ele não se encerra quando um produto novo ou melhorado é trazido ao mercado (Rosenberg, 1994). Este processo resulta em atividades de produção e desenho mais integrados e, freqüentemente, na interface entre engenharia e desenho de produto fortemente cultivada, isto é, o processo de desenvolvimento é caracterizado pela sua natureza "integrada, interativa e iterativa" (Rosenberg, 1994). Isto pode ser traduzido como *capacidades de desenvolvimento* que envolvem, respectivamente, *capacidades organizacionais, mecanismos de incentivos e estrutura tecnológica*. Neste sentido, o

esforço de desenvolvimento implica processo *cumulativo* de *capacidades de desenvolvimento*, que inclui, simultaneamente, um conjunto de *eurísticas* particulares, tais como:

- a) como fazer as coisas de maneira *integrada* pela coordenação de diferentes atividades e tecnologias, seja através de acordos, seja através de cooperação - *capacidades organizacionais*;
- b) como criar mecanismos auxiliares que estimulem a *interação* entre os membros envolvidos nos esforços de inovação tecnológica para um compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos, interesses e informações - *mecanismos de incentivos*; e
- c) como melhorar as coisas, criando condições tecnológicas para o desenvolvimento de tecnologias de produto e processo de forma *iterativa* - *estrutura tecnológica*.

As modificações e melhorias em desenvolvimento implicam integração entre desenho e manufatura, estabelecimento de *feedback* mais próximo desde usuários até fornecedores e, mais efetivamente, refinamento dos métodos de produção existentes. O resultado de tudo isto pode ser uma ligeira redução de custo e melhoria em desempenho.

5.1.1 Fontes de conhecimento

O desenvolvimento é uma atividade vital no processo competitivo por manter o curso contínuo de melhorias ou avanços tecnológicos incrementais, mas que, geralmente, não está organizado como as atividades de pesquisa formalizadas, tipicamente, em laboratórios de P&D. Existem muitas maneiras informais, complementares e adicionais à P&D formalizada, de desenvolver tecnologias, como, por exemplo, através de

melhoramentos em desenho, "aprender por fazer" e "aprender por usar" (Dosi, 1988, p. 1124-5). Este tipo de esforço é normalmente incorporado em pessoas e organizações, e por isto, seus custos são difíceis de serem apurados, todavia, seus benefícios, embora não sejam tão visíveis, assumem formas importantes de apropriabilidade privada não só do produto da inovação, como também do processo de inovação em si, por ser um meio eficaz de proteção contra a imitação. As capacidades de desenvolvimento geram, assim, os principais mecanismos de apropriação para a inovação de processo, em especial, como processo (ou curva) de aprendizagem, segredo e *lead times* (Levin *et al.*, 1984; Dosi, 1988).

Se no mercado competitivo, a facilidade de imitação é que determina a sustentabilidade da vantagem competitiva, então, o processo de *mudança recíproca* é muito difícil de entender, tanto pela própria firma quanto pelos competidores, pelo fato de envolver conhecimento inovativo que apresenta, em grande parte, uma natureza altamente tácita e características de apropriabilidade privada parcial (conhecimento específico *in-house*).

Este processo de busca envolve competências, procedimentos e um conjunto de heurísticas. As competências envolvidas, de maneira direta, no esforço de busca podem ser dos tipos "competência componente" e "competência arquitetural" (Henderson e Cockburn, 1994). A "competência componente" implica a posse de habilidades ou ativos específicos às atividades locais particulares dentro da firma, em outras palavras, conhecimentos e habilidades incorporados localmente - competência local. A competência componente pode ser "*expertise* disciplinar único" - conhecimento e habilidades desenvolvidos por profissionais com formação em várias disciplinas, tais como engenharia, *design*, química, mecânica, biologia, bioquímica, etc. (Leonard-Barton, 1992;

Henderson e Cockburn, 1994). Ela pode ser, também, do tipo "*expertise* humano"²⁷ - conhecimento, habilidades, idéias e experiência possuídos pelos indivíduos decorrentes da interação entre recursos humanos e recursos de *know-how* (Farjoun, 1994).

Neste sentido, a competência componente apresenta duas qualidades especiais. Primeiro, ela é altamente *tácita* pelo fato de o *expertise*, em qualquer uma destas disciplinas, ser construído sobre o aprendizado, mas aprendizado na forma de experiência pessoal (Penrose, 1959). Segundo, a competência componente é incorporada por indivíduos, equipes ou unidades maiores (como departamentos funcionais, por exemplo) na firma. Uma 'equipe' deve ser vista como uma unidade de trabalho, que não é uma mera coleção de indivíduos, mas sim uma coleção de indivíduos que têm uma sólida experiência em trabalhar em conjunto, pois só assim o '*trabalho em equipe*' pode ser desenvolvido (Penrose, 1959, p. 46).

Deste modo, grupos disciplinares se desenvolvem profundamente incorporados dentro da firma particular, cujo conhecimento ou modos únicos de trabalhar em conjunto, bem como capacidade de compartilhar recursos e benefícios (quase renda) ou ganhos de seus serviços, são alguns dos tipos de "serviços produtivos" proporcionados por essa experiência, que são unicamente valiosos para a operação desses grupos (Penrose, 1959; Henderson e Cockburn, 1994; Farjoun, 1994).

A competência arquitetural da firma significa a sua habilidade para integrar as competências componentes em novas e flexíveis maneiras de combiná-las e para desenvolver novas competências arquitetural e componente, quando requeridas. A competência arquitetural inclui o conceito de "conhecimento arquitetural" (Henderson e

²⁷ "O *expertise* humano pode ser visto como uma importante *classe* de recursos (como os recursos físicos o são), uma vez que ele não é meramente um recurso funcional como P&D ou *marketing*, mas combina uma ampla gama de atividades de adicionar valor (por exemplo, produção, finanças, *marketing*, etc.)." (Farjoun, 1994, p. 187)

Clark, 1990), os sistemas de controle e a cultura ou valores dominantes da organização (Henderson e Cockburn, 1994, p. 66).

Sistematicamente, o processo de desenvolvimento incorpora conhecimento de várias fontes. Segundo Penrose (1959), o desejo da firma em usar seus recursos existentes mais eficiente e lucrativamente se torna o incentivo original para uma grande quantidade de inovação. A direção geral da inovação na firma (incluindo a inovação na produção) não é casual, mas está estritamente relacionada à natureza dos recursos existentes (incluindo capital-equipamento) e ao tipo e gama de serviços produtivos que eles podem render. Penrose (1959) enfatiza, assim, a importância da pesquisa industrial para as firmas (pesquisa sistemática dentro das propriedades dos materiais e equipamentos utilizados por elas) como forma de melhorar os produtos existentes ou criar novos produtos e processos produtivos e, conseqüentemente, a lucratividade a longo-prazo. Isto acontece porque, além de elas “sonharem” com novas coisas e vislumbrarem novas oportunidades, encontram na pesquisa industrial uma resposta lógica ao desafio inerente ao "processo de destruição criativa" schumpeteriana.

Pavitt (1984, p. 353) argumenta que "o conhecimento aplicado pela firma em inovação não tem um propósito geral, não é facilmente transmitido e reproduzido, mas é adequado às aplicações específicas e é apropriado por firmas específicas". Helfat (1994) enfatiza que o resultado da P&D é o conhecimento e que, em muitas indústrias, uma importante parte da pesquisa em desenvolvimento, em particular, acarreta alterações e realces aos ativos, processos de produção e produtos da firma existentes. Neste sentido, o autor afirma que: "desde que ativos, processos de produção e produtos têm, freqüentemente, características específicas à firma, o resultado da pesquisa em desenvolvimento e aplicada também, freqüentemente, terá um componente específico à

firma" (Helfat, 1994, p. 174). Esta especificidade da firma retarda a difusão de conhecimento técnico, que, por sua vez, realça a apropriabilidade dos retornos. Dada a gama de conhecimento (estoque de conhecimento), como mencionado no capítulo anterior, o conhecimento específico à firma inclui conhecimento público.

Muitos outros incentivos também importantes sobre o desenvolvimento da pesquisa têm sido levantados. Rosenberg (1976 e 1982), por exemplo, ressalta o papel do conhecimento científico na melhoria e introdução de novos tipos de recursos e novas maneiras de combiná-los. Dosi *et al.* (1992) dizem, também, que a taxa e a direção do aprendizado industrial são, em parte, uma função das oportunidades tecnológicas que estão disponíveis a uma firma. Então, as atividades de desenvolvimento são pensadas como uma *aplicação* do conhecimento científico. Em outras palavras, enquanto que o conhecimento científico proporciona um estímulo inicial para um novo produto, o processo de desenvolvimento subsequente suscitará sobre uma ampla variedade de fontes; a mais comum parece ser o conhecimento de engenharia "*in-house*" existente (Rosenberg, 1994, p. 130). Inclui-se, aqui, o conhecimento tecnológico *in-house*, conhecimento privado, conhecimento comercializado por outras firmas e outras informações.

5.1.2 Estrutura tecnológica

Eurísticas como: "o quanto custará e o que a firma obterá em benefício material?"; "que tipo de conhecimento poderá ser obtido?"; "onde a firma pode buscar conhecimento?"; "para onde a firma irá a partir daqui?"; isto faz do desenvolvimento uma atividade essencialmente especulativa (busca, descoberta e criação) e habitualmente adotada por necessidade, para a solução de problemas tecnológicos (Dosi, 1988), ou por

uma questão de crença - no sentido de a firma estar convencida de que novas oportunidades lucrativas surgirão dela (Penrose, 1959). O esforço de desenvolvimento (de descoberta) é uma tarefa sistemática que se manifesta explicitamente na busca deliberada e voluntária por conhecimento com o propósito de incorporá-lo dentro da competência tecnológica da firma.

Neste sentido, a atividade de desenvolvimento envolve um conjunto de procedimentos específicos (esforço sistemático) e uma infra-estrutura (condições físicas e materiais), ambos relacionados à inovação tecnológica. As atividades de inovação consistem em um conjunto de habilidades em desenho de novos produtos, em teste e avaliação de desempenho deles, em invenção e desenho de novos e apropriados processos de manufatura, bem como habilidades em solucionar inúmeros pequenos problemas associados à eficiência das técnicas de produção e de organização da manufatura (Rosenberg, 1994).

Tais procedimentos estão relacionados a todo esforço de inovação tecnológica das empresas. Em termos práticos, dispõe-se de experiências de empresas inovadoras significativas da Base de Dados ANPEI, a qual tem desenvolvido importantes indicadores da intensidade com que as empresas participantes executam P&D&E, bem como resultados do esforço de inovação tecnológica empreendido. A definição dos indicadores empresariais de inovação tecnológica elaborada pela ANPEI pode auxiliar o entendimento da noção de capacidades de desenvolvimento. Em termos de estrutura tecnológica, pode-se incluir os indicadores de P&D, Serviços Tecnológicos, Aquisição de Tecnologia, Engenharia Não Rotineira e Investimento de Capital.

A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), propriamente dita, "compreende o trabalho criativo realizado em uma 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" (ANPEI, 1998, p. 10). As atividades de P&D incluem a Pesquisa Básica, a Pesquisa Aplicada e a Desenvolvimento Experimental. Outros tipos de atividades também são fundamentais para a execução dos trabalhos de P&D. As atividades de P&D são suportadas por "Serviços Tecnológicos", tais como estudos de viabilidade técnico-econômica, ensaios, testes e análises técnicas. As firmas comumente buscam complementar suas atividades de P&D com a "Aquisição de Tecnologias" como, por exemplo, serviços de assistência técnica de P&D e aquisição de direitos relacionados com novos produtos ou processos, e com o pagamento de "Ativos Intangíveis", em termos de direitos sobre licenças para a exploração de patentes, direitos sobre licenças para o uso de marcas associadas a novos produtos e processos e contratos de fornecimento de tecnologia industrial. Ademais, as firmas inovadoras desenvolvem atividades de "Engenharia Não Rotineira", tais como o *design* de novos produtos e processos e o projeto, a confecção e as mudanças de ferramental a ser utilizado em novos produtos e processos (ANPEI, 1998). Neste sentido, as atividades de P&D e de Engenharia Não Rotineira podem ser vistas como procedimentos *essenciais* para a inovação tecnológica, ao passo que Serviços Tecnológicos, como sendo de *suporte*, e Aquisição de Tecnologia, como *complementares*.

Em termos de infra-estrutura, o desenvolvimento das atividades de P&D requer um conjunto de condições materiais de apoio e instalações físicas, tais como aquisição/instalação de equipamentos para pesquisa, instalações físicas (obra civil), manutenção de equipamentos, instalações laboratoriais e instituições de P&D (ANPEI, 1998; FINEP, 1994).

Dito isto, a estrutura tecnológica correspondente às capacidades de desenvolvimento compreende desde a definição de uma unidade organizacional

(departamento, seção, centro, etc.) para gerenciar as atividades de P&D até os investimentos em instalações físicas para o funcionamento de laboratórios com máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos apropriados às atividades de inovação. Portanto, a estrutura tecnológica envolve: (a) *capacidades tecnológicas* (procedimentos específicos); (b) *capacitação de recursos humanos* (seleção, recrutamento e aperfeiçoamento de pessoal técnico especializado); e (c) uma certa *capacidade instalada de P&D* (laboratórios, máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos, etc.).

Em suma, para que as atividades de desenvolvimento sejam devidamente apreciadas, é necessário que a firma desenvolva estruturas apropriadas para explorar as vantagens econômicas das capacidades em pesquisa (tecnológicas e organizacionais). Dependendo do nível tecnológico associado às operações de manufatura, estruturas organizacionais são fundamentais na coordenação de certas atividades importantes, tais como projeto (engenharia) e manufatura (produção).

5.1.3 Capacidades organizacionais

As capacidades organizacionais funcionam como um complemento organizacional às capacidades de desenvolvimento ou tecnológicas. Collis (1994, p. 149) nota que as capacidades organizacionais não são o fim da busca para a fonte de vantagem competitiva sustentável²⁸. Cabe enfatizar, aqui, o papel das "capacidades" no desenvolvimento da

²⁸ Uma discussão sobre capacidades organizacionais como fonte da sustentabilidade da vantagem competitiva, vide Collis (1994).

competência tecnológica da firma. Nelson e Winter (1982, p. 104) dizem que:

"O que é central para um desempenho organizacional produtivo é a coordenação; o que é central para a coordenação é que os membros individuais conheçam o trabalho deles, interpretem e respondam corretamente às mensagens que eles recebem. A interpretação que os membros dão às mensagens são os mecanismos que escolhem de uma vasta gama de possibilidades consistentes com o rol de repertórios dos membros, uma coleção de desempenhos do membro individual que realmente constitui um desempenho produtivo para a organização com um todo."

A descrição acima destaca a importância das capacidades organizacionais para a contínua operação de rotina de uma organização. Isto requer que todos os membros da organização, além de reterem no seu repertório todas as rotinas envolvidas na operação, continuem a "conhecer o trabalho deles", isto é, aqueles trabalhos definidos pela rotina. Assim, o fundamental na operação de rotina é a habilidade do membro individual desempenhar as rotinas do repertório que são apropriadas (quais rotinas e quando desempenhá-las) às "mensagens" (comunicação oral e escrita, tais como sinais manuais, gestos, relance, chamado e campanha) dos outros membros e do ambiente (Nelson e Winter, 1982, p. 100). Esta visão assume que habilidades, organização e "tecnologia" estão intimamente entrelaçadas em uma rotina em funcionamento; isto significa que fica difícil dizer onde um aspecto termina e outro começa.

Para Nelson e Winter (1982), as capacidades organizacionais dependem de duas características do comportamento individual. Primeiro, as capacidades são afetadas pelo 'exercício das habilidades dos indivíduos', que pode envolver grande componente de conhecimento tácito; isto torna as capacidades organizacionais difíceis de serem

articuladas e duplicadas. Por outro lado, as grandes organizações podem se tornar inflexíveis, quando as habilidades não são exercitadas, ou seja, as organizações não conseguem manter na memória uma resposta coordenada às contingências que surgem apenas raramente. E segundo, o funcionamento organizacional envolve o desempenho de uma rotina organizacional, que implica efetiva integração de inúmeras subrotinas componentes e que é habitualmente realizada sem "consentimento" - isto é, sem exigir a atenção do topo gerencial. Em outras palavras, as rotinas são as habilidades de uma organização (Nelson e Winter, 1982, p. 124-5).

A terminologia "*capabilities*" ("capacidades"), na verdade, foi, inicialmente, introduzida por George B. Richardson para denominar o *modo de coordenação* das atividades econômicas e, como tal, elas são baseadas na organização, conhecimento, experiência, habilidades e trabalho em equipe, conforme argumentam Penrose (1959), Richardson (1972) e Chandler (1992). Sendo assim, as capacidades dizem respeito mais ao nível da firma do que ao nível do indivíduo.

"As capacidades de uma organização podem depender do comando de algumas tecnologias materiais particulares, tais como, química de celulose, eletrônicos e engenharia civil, ou pode derivar das habilidades em *marketing* ou conhecimento e reputação de um mercado particular." (Richardson, 1972, p. 888)

As capacidades estão de fato representadas pela *coordenação* completa e formalmente desenvolvida em alianças, grupos e agrupamentos (*clusters*) entrelaçados e complexos. Dentro desta perspectiva, o conceito capacidades passou a significar a maneira pela qual as atividades são desempenhadas pela organização em regime de rápidas mudanças (Teece e Pisano, 1994; Teece, Pisano e Shuen, 1997; Sanchez, 1997). Mas,

capacidades são, antes de tudo, uma "orquestração" das atividades de desenvolvimento, manufatura e *marketing* (Richardson, 1972).

Richardson (1972) vê a produção das firmas dividida em vários estágios não apenas em termos de linha de montagem (cadeia produtiva), mas também em termos de separação entre desenvolvimento, manufatura e *marketing*. As atividades de tais estágios são operadas de forma coordenada, pela qual se estabelece uma série de relações técnicas, comerciais ou financeiras inter-grupos de indivíduos ou inter-firmas.

Entre os estágios de *desenvolvimento* e *manufatura* se estabelece uma série de relações comerciais ou financeiras inter-firmas. Tais relações podem adquirir 'estabilidade' através de acordos meramente verbais ou formais (contratuais e acionários), pelos quais as atividades das partes são coordenadas tanto em termos de equilíbrio de quantidades de insumo-produto (*coordenação quantitativa*) quanto em termos de desenvolvimento de produtos e processos (*coordenação qualitativa*). Além destes aspectos legal e econômico, a estabilidade das relações também depende da pré-disposição das partes envolvidas em colaborar, isto é, depende da *cooperação*. Nestas circunstâncias, os fornecedores ou sub-contratados, de um lado, assumem os riscos inerentes a uma especialização em habilidades e equipamentos um tanto limitada, permitindo, assim, uma cooperação contínua entre as partes no que diz respeito ao desenvolvimento de especificações, processos e projetos. Por outro lado, as tecnologias são compartilhadas e transferidas através de acordos técnicos. Conforme Richardson (1972, p. 886): "estes acordos são comumente baseados em licença ou partilha de patentes, mas eles contribuem, em uma maneira muito geral, para a provisão e troca de *know-how* através de transferência de informações, desenhos, ferramentas e pessoal".

No que se refere à relação entre *manufatura* e *marketing*, a *cooperação* também se manifesta no ajustamento entre oferta e demanda, bem como na determinação de especificações e desenvolvimento de ambos, processos e produtos. No caso das redes de varejos, elas atuam como “engenheiros e arquitetos de padrões amplos e complexos das atividades coordenadas” (Richardson, 1972, p. 885).

A emergente "teoria das capacidades dinâmicas da firma" vêm sendo construída, especialmente, sobre os trabalhos anteriores de Sidney Winter, Richard Nelson, David Teece, Giovanni Dosi, Willian Lazonick. Esta noção de "capacidades" está vinculada ao conceito de "rotinas organizacionais" desenvolvido por Nelson e Winter (1982). Chandler (1992), por exemplo, considera a noção de uma hierarquia de rotinas organizacionais a pedra fundamental de seu conceito de capacidades organizacionais essenciais. Diz ele:

"Na história da empresa industrial, rotinas aprendidas são aquelas envolvidas em atividades funcionais - aquelas de produção, distribuição e marketing, conseguindo produzir, melhorando produtos e processos existentes, e desenvolvendo novos deles. Mais importante ainda são aquelas rotinas adquiridas para coordenar estas várias atividades funcionais. Essenciais, também, são aquelas aprendidas nas atividades estratégicas de resposta aos movimentos por parte dos competidores, de condução do longo, custoso e arriscado processo de entrada em novos mercados e de ajuste à constante mudança no ambiente econômico, social e político." (Chandler, 1992, p. 86)

Em capacidades organizacionais, existe uma tensão contínua entre o esforço para melhorar as capacidades de fazer coisas *existentes* e o desenvolvimento de capacidades para fazer coisas *novas* ou coisas velhas de *maneiras novas*. Apesar da natureza intrinsecamente incerta da atividade de pesquisa (dificuldades de conhecer *ex-ante* o

produto técnico da atividade inovativa), que agrava esta tensão, as firmas procuram explorar oportunidades que estejam ligadas aos esforços de busca por novos produtos e processos e aos procedimentos de melhoria da competência tecnológica delas, onde o processo de aprendizado tem ocorrido no passado.

Deste modo, o desenvolvimento da habilidade para usar o conhecimento (competência tecnológica) depende do contexto dentro do qual a firma constrói certas "capacidades de desenvolvimento" para *coordenar* e *buscar* conhecimento. A 'coordenação', que está atrelada à noção de "capacidades", é necessária porque o processo de desenvolvimento possui uma natureza integrada, interativa e iterativa, que requer articulação do conhecimento através de canais de comunicação e instruções expressamente estabelecidos de alguma maneira.

O potencial das novas tecnologias e as maneiras de melhorar os processos de manufatura (melhorias de processo e de produtos, mediante a pesquisa e desenvolvimento sistemáticos) e de *marketing* e/ou distribuição (oferta de serviços de *marketing* mais eficientes e diferenciação de produtos de boa reputação, através da publicidade) podem ser explorados, através do aprendizado (experiência em economia de escala e escopo, por exemplo), pelos investimentos em manufatura, *marketing* e gerenciamento (Chandler, 1990, p.82).

As capacidades organizacionais são, portanto, criadas pelo aprendizado acumulado (experiência). Em outras palavras, as capacidades são aprendidas durante o processo de aquisição de conhecimento sobre resolução de problemas do escalonamento do processo de produção, sobre alteração do processo e produto às necessidades de serviços, sobre as maneiras de recrutar e treinar trabalhadores e gerentes [experiência interna], sobre as

necessidades dos consumidores, sobre a disponibilidade de oferta e confiabilidade dos fornecedores, e assim por diante [experiência externa].

5.1.4 Mecanismos de incentivos

Aliados à estrutura tecnológica, os mecanismos de incentivos são indispensáveis para o funcionamento de atividades de pesquisa. Os mecanismos de incentivos são baseados em programas e campanhas de resolução de problemas pelos empregados, em trabalhos em equipes inter-funcionais, na mobilização de recursos, em acordos e contratos entre firmas (fornecedores, produtores e distribuidores), em licenças para transferência de tecnologias, e assim por diante.

Vários resultados interessantes emergem do incentivo para inovar. Primeiro, o esforço de desenvolvimento traduz "compartilhamento" de entendimentos e interesses (Rosenberg, 1994) ou de mentalidades e objetivos (Prahalad, 1993), que podem ser operacionalizados através de uma política de 'mobilização' interna dos recursos humanos, em termos de rotação de equipes de pessoal entre departamentos. Estes grupos, funcionalmente mobilizados, estimulam a estreita comunicação entre especialistas funcionalmente separados, fortalecendo, assim, a consciência de uma comunhão de interesses que flui das relações estáveis e duradouras de empregados (e fornecedores). Para isto, são requeridos "códigos comuns e procedimentos coordenados e de comunicação" (Dosi, Teece, Winter, 1992, p. 191).

Uma certa estabilidade é adquirida pela rotatividade, que facilita a troca de experiências, torna público problemas específicos e aumenta a retenção de informações e a formação de objetivos comuns. Esta estabilidade pode ser obtida por meio de

comprometimentos verbais ou formais, programas ou projetos. Seguindo a sugestão de Richardson (1972), nos estágios de *desenvolvimento-manufatura-marketing*, a estabilidade das relações depende tanto das *coordenações quantitativa* (equilíbrio das quantidades insumo-produto) e *qualitativas* (desenvolvimento de produtos e processos) quanto da *cooperação* entre fornecedores-empregados-distribuidores para o desenvolvimento de processos, projetos e especificações, para o compartilhamento e transferência de tecnologias e para o ajuste entre oferta e demanda.

Segundo, a estrutura de incentivos assume grande importância no processo cumulativo de "criação e distribuição (dividendos e juros) de valor", tais como capacidade da firma honrar a promessa de garantia de emprego, condições de trabalho atrativo e alta remuneração aos empregados-chave (Lazonick 1992).

Por fim, o incentivo para inovar depende das condições de "apropriabilidade" dos benefícios da inovação (Dosi, 1988). As condições de apropriabilidade mais comuns são: patentes, segredo, *lead times*, custos e tempo requeridos para duplicação, efeitos da curva de aprendizagem, esforço de vendas e serviços superiores (Levin *et al.*, 1984).

Gastos com pesquisa e desenvolvimento implicam 'investimentos' (custos fixos) em facilidades produtivas (tamanho, localização, especialização) e, principalmente, em pessoal com capacidades técnicas específicas, tais como engenheiro de produção, cientistas, pessoal de vendas, supervisores e trabalhadores de "chão-de-fábrica" qualificados (Lazonick, 1992).

É claro que os recursos como máquinas e equipamentos são tratados como investimentos que são recuperados a longo prazo, mas quando se trata de empregados (recursos humanos), depende do horizonte temporal. Pode-se considerar um empregado como investimento caso ele seja contratado o tempo suficiente para adquirir experiência e

desenvolver ao máximo suas habilidades dentro da firma, ou seja, seus *serviços* devem ser adequadamente usados a tempo (Penrose, 1959). A respeito disso, Cooper (2001) examina, dentro do contexto de apropriabilidade, os incentivos da firma para comprometer-se com atividade de pesquisa em um ambiente onde a mobilidade do trabalho é uma possibilidade consistente. O autor observa um ambiente onde intensa atividade inovativa coexiste com significantes externalidades informacionais, das quais a mobilidade de trabalho é um exemplo proeminente. O resultado do seu trabalho é conflitante com a linha de raciocínio tradicional de que um fluxo mais abundante de trabalhadores (e informação) entre firmas tem como consequência baixa apropriabilidade, e, então, baixo incentivo para inovar. Pelo contrário, uma firma se beneficia da informação gerada pela pesquisa do trabalhador mesmo depois que o trabalhador sai. De acordo com Cooper (2001, p. 421), "este elemento duplicativo [duas firmas podem utilizar o mesmo conhecimento simultaneamente] é um determinante crítico de ambos, investimento em P&D e mobilidade do trabalho, que juntos descrevem o equilíbrio".

De qualquer modo, o papel do gerenciamento (capacidades organizacionais) neste processo é essencialmente: energizar a organização como um todo – todas as pessoas, em todos os níveis, em todas as funções e em todos os espaços geográficos; desenvolver estratégias para a aquisição de competências (Prahalad, 1993, p. 42); recrutar e treinar pessoal de alta gerência para monitorar as operações correntes e para planejar e alocar recursos para operações futuras e, também, de pessoal de baixa e média gerência para coordenar o fluxo de produtos através do processo de produção e distribuição (Chandler, 1992, p. 82); inclusive, fazer o uso sistemático das habilidades de engenharia e da experiência de trabalhadores de produção em todas as partes da seqüência completa das atividades de desenvolvimento associado com a introdução de novos produtos, incluindo

os aspectos mais pormenorizados do eventual processo de manufatura (Rosenberg, 1994, p. 130).

5.2 Padrão de Mudança Técnica

Em termos gerais, os setores se diferem em importância relativa dos quatro modos básicos de avanços tecnológicos, conforme Dosi (1988, p. 1125): (a) processos de busca formalizados e economicamente dispendiosos; (b) processos informais de difusão de informações e de capacidades tecnológicas (publicações, associações técnicas, processos de observar-e-aprender, transferência de pessoal); (c) aquelas formas particulares de "externalidades", internalizadas dentro de cada firma, associadas com aprendizagem por fazer e aprendizagem por usar; e (d) adoção de inovações desenvolvidas por outras indústrias e incorporadas em capital-equipamento e insumos intermediários.

A diversidade de padrões de mudança técnica abrange ambas mudanças de processo e produto, está ligada com a variada fonte de tecnologia (tais como consumidores e fornecedores) e, também, proporciona diferentes oportunidades tecnológicas (como, por exemplo, diversificação).

Cada setor, segundo Pavitt (1992, p. 217), tem um padrão próprio de mudança técnica que resulta da difusão cumulativa inter-firmas, o qual se diferencia de acordo com quatro sistemas tecnológicos difusos, ao longo do período de tempo, cada um com suas habilidades e fontes de competência tecnológica específicas: (1) *mecânica* (desenho e engenharia de produção); (2) *química* (laboratórios de P&D); (3) *eletro-eletrônica* (laboratórios de P&D); e (4) *software* (departamentos de sistemas).

Sendo assim, a atividade de pesquisa pode ser formalizada ou não, ou seja, cada tecnologia apresenta diferentes *modos de busca inovativa*. Por exemplo, em algumas tecnologias, tais como eletrônica, química orgânica, drogas e aeroespço, a inovação envolve pesquisa em laboratório e/ou desenvolvimento complexo e teste de protótipos. Na mecânica do tipo não-eletrônica, a inovação é muito mais "informal", freqüentemente incorporada em melhoramento incremental em desenho, que não é registrado nem percebido como resultado de um "investimento" em P&D (Dosi, 1988, p. 1138).

Seja qual for a natureza da mudança tecnológica, as inovações incluem habilidades específicas e decorrem de uma *base de conhecimento*, que compreende, em graus diferentes para cada tecnologia, um conjunto de entradas de informações (informações decorrentes de experiência passada e conhecimento formal), conhecimento (conhecimento tanto em termos público e universal quanto em termos tácito e específico à tecnologia) e capacidades específicas e *não-codificadas* por parte do inovador. Além disso, a busca inovativa é fortemente orientada para a "solução de problemas", cujas atividades de pesquisa implicam desenvolvimento e refinamento de "modelos" e procedimentos específicos existentes. Neste sentido, a atividade inovativa busca a solução de problemas relevantes, isto é, ela observa um padrão de investigação, denominado "paradigma tecnológico". Um paradigma tecnológico incorpora, de acordo com o contexto, uma definição das *necessidades* a serem satisfeitas, *princípios científicos* utilizados para a tarefa e *tecnologia material* (Dosi, 1988). Nas palavras de Dosi (1988, p. 1127):

"...um paradigma tecnológico pode ser definido como um "padrão" de solução de problemas tecnoeconômicos selecionados baseado em princípios selecionados derivados das ciências naturais, juntamente com regras

específicas com o propósito de adquirir novo conhecimento e de protegê-lo, sempre que possível, contra a difusão rápida aos competidores"

O paradigma tecnológico diz respeito a um "artefato" ou "exemplar" básico (um motor de combustão interna, por exemplo) que está sendo desenvolvido e progressivamente melhorado em termos de atributos típicos de desempenho. Por exemplo, um carro de combustão interna de quatro válvulas e, mais recentemente, de dezesseis válvulas. O artefato básico é continuamente melhorado e modificado à luz de um combinado de atributos desejáveis (preferências dos consumidores e requerimentos técnicos dos usuários de bens), tais como, no caso do carro, características tecnoeconômicas (atributos de locomoção de um carro, p. ex.) e características sócio-econômicas (uso particular do carro para passeio e mobilidade doméstica e também uso dele para fins comerciais, p. ex.). Em outras palavras, paradigmas tecnológicos restringem a combinação real em um espaço de características imagináveis, especulativas, como um pacote prototipado (Dosi, 1988, p. 1127).

Em síntese, Dosi (1988) sugere que a natureza paradigmática do conhecimento tecnológico é responsável pela natureza relativamente ordenada da mudança técnica. Ou seja, as atividades inovativas são fortemente *seletivas*, *finalizadas* em direções muito precisas e *cumulativas* na aquisição de capacidades de resolver problemas. Elas tendem a observar, em nível de tecnologias individuais, padrões relativamente ordenados de inovação. O progresso tecnológico consiste, assim, na atividade que ocorre ao longo de *trade-offs* econômico e tecnológico definidos por um paradigma; isto é o que o autor chama de "trajetória tecnológica".

Esta perspectiva sobre a mudança tecnológica, cuja tecnologia é vista como um processo cumulativo e autogerador (Dosi e Winter, 1982; Rosenberg, 1976 e 1982; Dosi,

Teece e Winter, 1992), possui uma forte influência do ponto de vista de Edith Penrose, segundo a qual, "a direção geral da inovação na firma (incluindo inovação na produção) não é casual, mas está fortemente relacionada à natureza dos recursos existentes (incluindo capital-equipamento) e ao tipo e gama de serviços produtivos que eles podem render" (Penrose, 1959, p. 84). Baseado nesta idéia, Dosi (1988, p. 1130) sugere: "o que uma firma espera fazer tecnologicamente no futuro está estritamente limitado pelo que ela tem sido capaz de fazer no passado." Igualmente, Dosi e Orsenigo (1988, p. 16) salientam:

"Tecnologia não é um bem livre, mas envolve conhecimento específico, freqüentemente idiosincrático, parcialmente apropriável, que é acumulado ao longo do tempo através de processos de aprendizagem igualmente específicos, cuja direção, em parte, depende do conhecimento específico à firma e das tecnologias já existentes."

Várias outras extensões da idéia Penrosiana acima mencionada têm sido desenvolvidas, como, por exemplo, "dependência de caminho" (Dosi, Teece e Winter, 1992). Além disso, cabe destacar o papel importante do *know-how* na busca *in-house* (habilidades de busca) para não só desenvolver tecnologias únicas, como também reconhecer, avaliar, negociar e, finalmente, adaptar a tecnologia potencialmente disponível de outras firmas. Tudo isso implica desenvolvimento de capacidades organizacionais e de aprendizagem.

Penrose (1959) argumenta, ainda, que qualquer uso efetivo dos recursos é sempre visto em termos de combinações possíveis com outros recursos. As implicações destas combinações dependem não somente do desenvolvimento de idéias, experiência e conhecimento dos gerentes e empreendedores da firma, como a autora focaliza com muita propriedade. A introdução de novas combinações de recursos - inovação - dentro da firma

requer também uma compreensão dos mecanismos que originam e dirigem as atividades de investigação e pesquisa, como Rosenberg (1976) enfatiza a partir de uma perspectiva histórica da formulação e resolução de problemas técnicos inerentes aos processos produtivos.

Um principal impulso à inovação tem derivado de "desequilíbrios" entre dimensões técnicas que caracterizam uma trajetória, como *trade-offs* entre velocidade de corte e resistência da ferramenta na máquina ferramenta, por exemplo. Sem dúvida, isto envolve habilidades oriundas da experiência não-codificada e relativamente tácita guardada em mente, comumente, de engenheiros, que tipicamente tentam melhorar as características desejáveis que são específicas a certo produto, ferramentas ou aparelho.

Tais desequilíbrios técnicos resultam em inovações posteriores, uma vez que eles passam a consumir tempo e esforços por parte de quem está dedicado à busca de técnicas aperfeiçoadas. Segundo Rosenberg (1976, p. 123), "(...) a maioria dos processos produtivos mecânicos emitem sinais de uma classe que são estimulantes e muito evidentes; certamente, estes processos, quando são suficientemente complexos e dependentes entre si, supõem uma formulação de problemas quase compulsiva."

Para Rosenberg (1976), as tecnologias complexas criam compulsões e pressões internas que, por sua vez, iniciam a atividade de investigação em direções determinadas. Estas pressões operam em nível da planta e também, com frequência, dentro de componentes do produto acabado. Por exemplo, os desenhos aperfeiçoados dos motores de automóvel têm conduzido, através da obtenção de velocidades mais altas, à invenção de sistemas de freio muito aperfeiçoados. Outro exemplo: "grande parte do progresso nas máquinas ferramentas resultou da geração de desequilíbrios entre as máquinas ferramentas

e as ferramentas de corte. Os aperfeiçoamentos na ferramenta de corte requerem máquinas de mais potência, rigidez, capacidade para resistir tensões, etc." (Rosenberg, 1976, p. 127).

Em suma, o desenvolvimento e a melhoria contínua de tecnologias estão intimamente relacionados ao *processo de busca inovativa*, que compreende o uso de uma 'base de conhecimento' de diferentes fontes (conhecimento formal e/ou tácito), o desenvolvimento e refinamento de 'modelos' e procedimentos específicos existentes (padrão de solução de problemas técnicos selecionados - paradigma tecnológico) e os "desequilíbrios" entre dimensões técnicas que caracterizam uma trajetória tecnológica (*trade-offs* econômico e tecnológico).

Em conformidade com Rosenberg (1976), serão apresentados mais adiante alguns eventos históricos ao longo dos desenvolvimentos e melhorias de certas tecnologias que oferecem importantes exemplos, a partir da presente amostra de empresas, dos efeitos benéficos de desequilíbrios técnicos entre processos interdependentes.

5.3 Padrão de Aprendizagem

Na visão de Penrose (1959, p. 53), a aprendizagem é um processo por meio do qual as pessoas adquirem conhecimento. Diz ela:

"O conhecimento vem às pessoas de duas maneiras diferentes. Um tipo pode ser formalmente ensinado, pode ser aprendido de outras pessoas ou de palavras escritas, e pode, se necessário, ser expressado e transmitido a outros. O outro tipo é também resultado do aprendizado, mas aprendizado na forma de experiência pessoal".

Sendo a firma uma coleção de recursos produtivos, incluindo os recursos humanos, as pessoas, ao trabalharem dentro da firma, pode-se classificar, aqui, o aprendizado da firma de duas maneiras:

- 1) *Aprendizagem pela comunicação* através do ensino ou treinamento, onde o conhecimento pode ser transferido a outros por meio de linguagem formal (conceitos, modelos, analogias, etc.) ou sistemática (documentos, reuniões, manuais, publicações, ensino formal, etc.). Este tipo de aprendizagem depende das pessoas em se empenharem, deliberada ou voluntariamente, na busca por conhecimento; e
- 2) *aprendizagem pela experiência* através da experiência pessoal, individualmente ou em grupo (experiência comum), com a interação com outros recursos da firma. Aqui, a aprendizagem independe das pessoas, porque o conhecimento é adquirido automaticamente (tacitamente) pela prática (conhecimento íntimo dos recursos, estrutura, história, operações e pessoal da firma).

Como o conhecimento é transmissível a todos em termos iguais, a diferença entre os dois tipos de aprendizagem está no fato de o primeiro envolver um "sistema de comunicação", que, devido a alguma imperfeição, diferentes grupos de indivíduos adquirem conhecimento em diferentes graus (Penrose, 1959). No que se refere à *aprendizagem pela experiência*, uma vez que o conhecimento acumulado é, em parte, tácito e as tarefas para as quais tal conhecimento é aplicado são complexas e levemente estruturadas, os meios de comunicação mais efetivos e frequentes são o contacto pessoal e discussões (Pavitt, 1992).

A questão do aprendizado, em termos tanto tecnológicos quanto organizacionais, tem ultimamente despertado grande atenção. Dosi *et al.* (1992, p. 191), por exemplo, definem o aprendizado como sendo "(...) um processo pelo qual a repetição e

experimentação capacitam as tarefas para que elas sejam desempenhadas melhor e mais rapidamente e para que elas possam identificar novas oportunidades produtivas". O autor e seus colegas consideram que o aprendizado tem várias características-chave: cumulatividade (o que é aprendido em um período se constrói sobre o que foi aprendido em um período inicial); fenômeno coletivo e social (o aprendizado envolve habilidades muito mais organizacionais do que individuais); e ele requer códigos comuns e procedimentos coordenados e de comunicação.

Para Dosi (1988, p. 1163), os agentes aprendem - do ambiente, dos rivais e dos próprios sucessos e erros - de maneira que o aprendizado é específico ao corpo de conhecimento que caracteriza cada tecnologia, isto é, cada "paradigma tecnológico". Conforme Pavitt (1992, p. 220), o processo de aprendizagem permite um *feedback* contínuo entre o conteúdo da estratégia (trajetória tecnológica básica), de um lado, e o conhecimento do contexto do lado de fora da firma (competidores, consumidores, fornecedores e tecnologias difusas), juntamente com as competências dentro da firma, de outro. Em outras palavras, a característica principal do processo de aprendizagem (aprender pela experiência própria, aprender dos competidores, comunicação ou treinamento) específico à firma é determinado pelo contexto dentro do qual ela trabalha ao utilizar uma certa tecnologia para fazer melhor as coisas, de um lado, e ao se relacionar com outras firmas (fornecedores/consumidores) ou entre os membros da própria firma (grupos com habilidades técnicas específicas), de outro. Portanto, o padrão de aprendizagem envolve exploração da experiência, internalização de externalidades, comunicação e treinamento.

Malerba (1992) destaca que as firmas aprendem de diferentes maneiras de acordo com diferentes fontes de conhecimento, gerando, assim, diferentes trajetórias tecnológicas.

Seguindo esta linha de pensamento, Llerena e Oltra (2000, p. 6) procuram ligar o comportamento da firma às estratégias inovativas. Para tanto, eles distinguem as firmas em dois tipos: *firmas cumulativas* e *firmas não-cumulativas*. As primeiras são aquelas que adotam uma estratégia inovativa baseada no aprendizado interno pelo processo de busca (firmas que acumulam conhecimento tecnológico e geram inovações internamente, através de investimentos em P&D). As segundas são caracterizadas por uma estratégia de absorção de fontes externas de conhecimento (firmas que exploram conhecimento que vem da pesquisa pública e disseminação intra-indústria, através das *capacidades absorventes* do conhecimento gerado externamente). Os autores referem, portanto, que esta diversidade de estratégias inovativas determinará a acumulação de conhecimento da firma e a evolução de tecnologias e participações no mercado. Estas idéias são similares às de Pavitt (1992) no sentido de que a escolha da tecnologia emerge da atuação recíproca entre as competências específicas do lado de dentro e o contexto do lado de fora da firma (competidores, consumidores, fornecedores e tecnologias difusas) e da interação entre a firma e o seu ambiente.

Logo, o aprendizado possui duas fontes básicas: (a) o conhecimento que vem da experiência pessoal (*aprendizagem pela experiência*), que é, em parte, incorporado às pessoas e, em parte, disponibilizado (específico) à firma; e (b) o conhecimento sobre coisas (*aprendizagem pela comunicação*), que está livremente disponível a todas as firmas. Assim, as diferentes categorias de aprendizado comumente conhecidas podem ser incluídas nas definições de aprendizagem acima mencionadas, de acordo com a natureza do conhecimento (explícito ou tácito):

- *Aprendizagem pela comunicação:*

1) "*Aprender por usar*" ("*learning-by-using*") - aprendizagem resultante do envolvimento direto no processo produtivo de modo a se fazer melhorias contínuas, através não só de certas observações, mas também, a priori, de treinamento e experiência. Segundo Rosenberg (1982), o desenvolvimento final da P&D é um estágio no qual o processo de aprendizagem consiste na busca e descoberta de características de desenho ótimo de um produto. O aprendizado começa apenas depois que certos novos produtos são usados. Neste estágio, são incorporadas certas características (orientadas pelo mercado) no produto final, de modo que leva em conta os conhecimentos científico e de engenharia. Em se tratando de um dado produto, Rosenberg (1982, p. 122) faz uma distinção entre: "os ganhos que são internos ao processo produtivo (*doing*) e os ganhos que são gerados como um resultado do uso subsequente daquele produto (*using*)". Com isto, o autor procura ressaltar os aspectos essenciais do aprendizado em questão, que são uma função não da experiência envolvida em produzir o produto (*learning-by-doing*), mas de sua utilização pelo usuário final (*learning-by-using*). A experiência *learning-by-using*, em sua forma mais pura, gera um tipo de conhecimento útil ao usuário, chamado de "conhecimento não-incorporado" (Rosenberg, 1982) ou "inovações autônomas" (Teece, 1988). O processo de "aprender pelo uso" pode determinar as características de desempenho ótimo de um bem de capital durável à medida que elas afetam a duração da vida útil dele. Por exemplo, o uso extensivo de uma aeronave pode gerar ganhos (conhecimento não-incorporado) em termos de modificações em práticas de manutenção, como na regulagem dos ciclos de

manutenção. Este processo cria novas informações que, eventualmente, mais tarde, resultarão em modificações físicas do *hardware* ("conhecimento incorporado").

- 2) "*Aprender dos fornecedores*" ("*learning-by-suppliers*") - aprendizado que também está envolvido no "aprender por fazer" (Pavitt, 1992). Entre os estágios de desenvolvimento e manufatura se estabelece uma série de relações comerciais ou financeiras inter-firmas. A estabilidade destas relações depende não só de acordos meramente formais ou informais, mas também da pré-disposição das partes envolvidas em colaborar, isto é, depende da *cooperação*. Nestas circunstâncias, os fornecedores ou sub-contratados, por um lado, assumem os riscos inerentes a uma especialização em habilidades e equipamentos um tanto limitada, permitindo, assim, uma cooperação contínua entre as partes no que diz respeito ao desenvolvimento de especificações, processos e projetos; e, por outro, as tecnologias são compartilhadas e transferidas através de acordos técnicos. Estes acordos são comumente baseados em licença ou partilha de patentes, mas eles contribuem, em uma maneira muito geral, para a provisão e troca de *know-how* através de transferência de informações, desenhos, ferramentas e pessoal (Richardson, 1972, p. 886).
- 3) "*Aprender dos competidores*" ("*learning-by-competitors*") - aprendizagem oriunda da avaliação do desempenho dos competidores. Existem várias maneiras de se fazer isto. Por exemplo, engenharia reversa para tecnologia de produto, contacto com fornecedores de equipamentos e intercâmbio informal entre engenheiros de produção para tecnologia de processos e, inclusive, métodos bibliométricos para avaliar estratégias dos competidores (Pavitt, 1992, p. 221).
- 4) *Aprender do mercado* - a aprendizagem vem do conhecimento de mercados, gostos e atitudes dos consumidores, redes de serviços (*marketing*, distribuição, varejo, suporte

pós-venda, etc.), dos preços, etc. Conforme Richardson (1972, p. 885), entre manufatura e marketing pode haver uma *cooperação* para o ajustamento entre oferta e demanda, bem como na determinação de especificações e desenvolvimento de ambos, processos e produtos. No caso das redes de varejos, elas atuam como "engenheiros e arquitetos de padrões amplos e complexos das atividades coordenadas".

- 5) "*Aprender pela interação*" ("*learning-by-interacting*") - aprendizagem decorrente da contacto entre usuário e produtor de um dado produto, como partes envolvidas no processo inovativo, isto é, ambas as inovações, do usuário e do produtor, são, em grande medida, dependentes do "aprendizado pela interação" entre partes ligadas por fluxos de bens e serviços. "O que, do ponto de vista do usuário, pode ser um simples *learning-by-doing*, pode, do ponto de vista do produtor, ser *learning-by-using* de seus produtos e, desse modo, fabricá-los melhor" (Andersen e Lundvall, 1988, p. 11). Quando existe esta interação produtor-usuário, a experiência *learning-by-using*, particularmente, no caso de bens de capital, gera outro tipo de conhecimento útil ao produtor, chamado "conhecimento incorporado" (Rosenberg, 1982) ou "inovação sistemática" (Teece, 1988). A experiência inicial com uma nova tecnologia conduz a um melhor entendimento da relação entre as características e o desempenho do desenho específico de um produto, que permite as melhorias subseqüentes no desenho (modificações e diferenciação do produto - inovações incrementais) [Rosenberg 1982, p. 123]. Na aprendizagem pela interação, a inovação e a competitividade não resultam apenas das ações realizadas pelos empresários individuais, das suas P&Ds *in-house* e suas relações com as pesquisas financiadas publicamente. Processos interativos e complexos assumem um lugar dentro de um sistema nacional de produção e inovação;

tais processos são os principais determinantes do sucesso da inovação e competitividade.

- *Aprendizagem pela experiência*

6) "*Aprender por fazer*" ("*learning-by-doing*") - aprendizagem pela produção (Arrow, 1962); ela está presente no estágio de manufatura, uma vez que o produto já tenha sido desenhado. A aprendizagem, aqui, consiste do desenvolvimento de habilidades crescentes em produção, focalizando mais a redução real de trabalho por unidade de produto e a produtividade. Para Chandler (1992, p. 83), a estratégia, a longo prazo, de mover-se mais rapidamente ("*mover-se primeiro*") em áreas distintas geograficamente e em mercados de produtos relacionados é normalmente baseada no aprendizado acumulado pelas experiências em economia de escala e economia de escopo, respectivamente.

7) "*Aprender por estudar*" ("*learning-by-studying*") - aprendizagem decorrente da experimentação e avaliação em laboratórios de P&D (Pavitt, 1992). Esta forma de aprendizagem assume lugar no estágio inicial da P&D, isto é, na pesquisa básica, pela qual o processo de aprendizagem envolve a aquisição de conhecimento a respeito das leis da natureza. A importância deste processo está nas contribuições que este tipo de atividade pode dar, ou seja, alguns destes conhecimentos científicos passam a ter aplicações úteis para a atividade produtiva. Especificamente, o aprendizado, neste estágio, se completa quando um produto tenha sido desenhado (Rosenberg, 1982, p. 121). Em termos de combinação de recursos, a busca e a descoberta sobre características físicas e de desempenho dos recursos materiais (como conhecimento

sobre as propriedades dos materiais, por exemplo) ou a busca por melhoria contínua (inovação incremental) do conhecimento tecnológico fisicamente incorporado na forma de capital-equipamento, por exemplo, possibilitam que os recursos materiais possam ser usados de diferentes maneiras e para diferentes propósitos, de modo que eles proporcionem diferentes tipos de "serviços" (recursos intangíveis) [Penrose, 1959]. Em um sentido mais amplo, os laboratórios de P&D têm tido imenso significado para as grandes firmas inovadoras por darem a elas os meios para aprender sobre avaliação e, se necessário, assimilação das descontinuidades tecnológicas fundamentais (Pavitt, 1992, p. 222).

- 8) "*Aprender pela falha*" ("*learning-by-failing*") - aprendizagem pela modificação de produtos falhados. O aprendizado é orientado pela experiência de mercado que permite modificações em inovações de produtos e que os assim chamados "desenhos robustos" possam ser ampliados em diferentes dimensões para cobrir uma gama de segmentos de mercado (Pavitt, 1992, p. 221)

Dado que a experiência aumenta automaticamente e nunca pode ser transmitida a outros, a questão é se entender até que ponto a experiência pode contribuir para o conhecimento "objetivo" (aumentar o conhecimento sobre as coisas), cujos resultados possam ser transmitidos às pessoas dentro da firma, de modo que a firma consiga explorar os benefícios resultantes. Para isso, a firma precisa, sobretudo, desenvolver, de um lado, 'habilidades em usar o conhecimento' (aplicação do conhecimento) e, de outro, promover ambas, aprendizagem pela experiência e aprendizagem pela comunicação entre especialistas e funções (P&D e outras funções técnicas), bem como com outras firmas e instituições de pesquisa (cooperação).

O desenvolvimento, disseminação e uso do conhecimento decorrente do processo de aprendizagem, todavia, são, basicamente, um fenômeno horizontal (Miles *et al.*, 1998; Pavitt, 1992). A utilização de conhecimento deve ser entendida como: um processo cooperativo (Richardson, 1972) ou colaborativo entre os trabalhadores dentro da firma ou na relação com outras firmas, usuários e outras fontes externas de conhecimento; flexível na definição de tarefas; de comprometimento e responsabilidade tanto dos trabalhadores quanto da gerência; e de distribuição equitativa do seu produto (lucro, por exemplo) [Miles *et al.*, 1998; Pavitt, 1992].

Pitt e Clarke (1999) ressaltam a importância do gerenciamento estratégico da atividade inovativa como uma tentativa proposital para orquestrar o desenvolvimento de conhecimento e sua aplicação na firma. Igualmente, Narasimha (2000) destaca a importância das práticas do gerenciamento dos recursos humanos específicos e dos fatores de desenho organizacional para o desenvolvimento e aplicação do conhecimento organizacional. Para Miles *et al.* (1998, p. 285), a gerência deve promover o desenvolvimento contínuo de uma infra-estrutura dentro da qual a criação e utilização de conhecimento possam ocorrer. Como sugestão para pesquisa, os autores enfatizam a importância da descrição e do teste das contingências que determinam quando e como práticas mais recentes (trabalho em equipe dentro e entre firmas, por exemplo) e formas (redes de trabalho, alianças e células, por exemplo) melhor contribuem para o desenvolvimento e utilização de conhecimento.

Como foi dito anteriormente, Richardson (1972, p. 893) refere que a atividade inovativa envolve a coordenação (capacidades) das atividades de desenvolvimento, manufatura e marketing, na medida em que a atividade de manufatura é tanto produtora quanto dependente de tecnologia. Por esta razão é que se considera que a manufatura é o

local onde se consolida o processo de aprendizado - *learning-by-doing* (Arrow, 1962), *learning-by-using* (Rosenberg, 1982), *learning-by-interaction* (Andersen e Lundvall, 1988) e *learning-by-suppliers* (Pavitt, 1992).

A especificidade é um aspecto essencial das inovações e da atividade inovativa na firma capitalista - em termos de aplicação funcional e da habilidade da firma inovadora se apropriar do conhecimento relevante por um período de tempo (Pavitt, 1984, p. 348). A gama de escolhas possíveis sobre tecnologias, de processo e produto, depende da "competência específica à firma", para Pavitt (1992), ou da "competência essencial", para Prahalad e Hamel (1990), ou da "base tecnológica", para Penrose (1959), que vem sendo acumulada ao longo do tempo. O desenvolvimento de tais inovações, de processo e de produto, está associado à natureza "*essencial*" e *aplicada* de cada tecnologia. Em firmas (ou setores) onde a tecnologia é *essencial*, ou, no sentido de Pavitt (1984, p. 345), onde as inovações são *usadas e produzidas nos mesmos* setores, as inovações em questão se referem à *inovações de processo*. Se a tecnologia for *aplicada*, ou seja, quando as inovações são *usadas em diferentes* setores daqueles nos quais elas são *produzidas*, trata-se de *inovações de produto*.

Esta distinção básica já é suficiente para entender o quanto o processo de aprendizagem está ligado à tecnologia *in-house* e/ou às externalidades. Com base na classificação oficial de setores de manufatura do Reino Unido, cobrindo grupos de produtos até quatro dígitos, Pavitt (1984, p. 349) conta que, em nível de dois dígitos, as inovações de produtos são relativamente mais importantes em setores como, por exemplo, engenharia de instrumentos e mecânica (*fornecedores especializados*), química e engenharia eletrônica e elétrica (*firmas baseadas na ciência*), ao passo que inovações de processo predominam em couro e calçado, têxtil, veículos, metalúrgico, construção naval e

alimentos e bebidas. De qualquer forma, segundo o autor, cada setor é responsável por importantes contribuições ao desenvolvimento de suas próprias tecnologias de processo. A principal exceção, inclusive em termos de tecnologias de processo, é o setor têxtil (*firmas dominadas pelos fornecedores*), que é fortemente dependente das firmas inovadoras de outros setores - a maioria das inovações vem de fornecedores de materiais e equipamentos, embora em alguns casos, grandes consumidores e serviços de pesquisa e extensão financiados pelo governo, também, dão alguma contribuição.

Em relação às *firmas fornecedoras especializadas*, o sucesso competitivo, em termos de apropriação da vantagem tecnológica, depende, em grande medida, das habilidades específicas à firma, refletidas em melhorias contínuas em desenho e confiabilidade do produto, e das habilidades em responder sensível e rapidamente às necessidades dos usuários (Pavitt, 1984, p. 359)

Em cada tecnologia existem, em maior ou menor grau, elementos de conhecimento nas formas tácita e específica e elementos de conhecimento nas formas pública e universal. Em que pese a importância relativa do elemento das formas pública e universal sobre o estoque de conhecimento, ele geralmente é complementar às formas tácita e específica do conhecimento gerado dentro da firma. Por exemplo, na engenharia mecânica (máquina-ferramenta), uma importante parte da base de conhecimento consiste de conhecimento tácito sobre o desempenho de gerações anteriores de máquinas, de condições típicas de uso delas, de requerimentos produtivos dos usuários, e assim por diante. Nestas circunstâncias, os elementos do conhecimento tácito e específico determinam a característica endógena (*in-house*) do processo de busca tecnológica, que pode ser formalmente organizada em laboratório de P&D ou informalmente através de esforços de melhoria contínua e aprendizagem (Pavitt, 1984).

Em termos tecnológicos, a utilização, dentro da firma, do conhecimento que tem origem no mundo externo pode estimular a chamada "imitação criativa", que, ao contrário da mera imitação, "(...) envolve não apenas a adaptação de tecnologias novas ou externamente criadas, mas um contínuo refinamento de métodos de manufatura e tecnologias existentes" (Rosenberg, 1994, p. 131). A vantagem tecnológica da criatividade imitativa está na facilidade de adaptação associada com a rapidez de comercialização.

Existe um conjunto de externalidades que reforça a característica de irreversibilidade do progresso técnico. Cabe fazer, aqui, maiores considerações a respeito do papel do elemento público do estoque de conhecimento sobre a tecnologia.

"A característica pública da tecnologia se relaciona ao fluxo de informação e à *interdependência não-comercial* entre setores, tecnologias e firmas, e assume a forma de complementariedades tecnológicas, "sinergias", fluxos de estímulos e restrições que não correspondem inteiramente aos fluxos de mercadorias." (Dosi, 1988, p. 1146).

Por exemplo, conhecimento e *expertise* sobre contribuições referentes ao processamento químico contínuo devem permitir inovações tecnológicas no processamento de alimentos, mesmo quando o segundo não envolve qualquer insumo químico. Outro exemplo dado pelo autor, relacionamento "à distância" entre produtores e usuários de equipamento industrial (tais como, trocas informais de informação, troca de especificações técnicas e mobilidade do potencial humano) são elementos fundamentais no processo de inovação, mesmo se às vezes nenhuma transação econômica seja envolvida.

Este "conjunto estruturado" de externalidades é responsável pela natureza consistente e hierárquica do padrão de ligação entre diferentes indústrias e tecnologias. De um modo geral, vários são os fatores responsáveis pela organização das *condições*

contextuais que determinam diferentes estímulos, incentivos e restrições à inovação, tais como gargalos e oportunidades tecnológicas, experiências e habilidades incorporadas às pessoas e organizações, capacidades e "memórias" que submergem de uma atividade econômica a outras. As *condições contextuais* são específicas a países ou regiões conhecidas como *ativos coletivos*, *arranjos técnicos* ou *sistemas nacionais de inovação* (Lundvall, 1984, 1988 e 1992).

Resumindo, a estrutura de análise aqui proposta ajuda a compreender a dinâmica das capacidades de desenvolvimento como uma possível fonte de vantagem competitiva sustentável da firma. As possíveis combinações de recursos são objeto de investigação por meio do esforço de desenvolvimento de produtos e processos organizado e conduzido, de uma maneira ou de outra, pelas capacidades de desenvolvimento.

As capacidades de desenvolvimento consistem em um *processo de busca* contínua, por parte da firma, para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias. Elas incorporam conhecimento de diversas fontes: conhecimento *in-house*, conhecimento privado, conhecimento comercializado por outras firmas, conhecimento público e outras informações. Além do que, as capacidades de desenvolvimento são entendidas como um processo cumulativo, que envolve a *integração*, a *interação* e a *iteração* dos recursos comprometidos com a atividade inovativa. Em outras palavras, as capacidades de desenvolvimento exigem, respectivamente: a coordenação de diferentes *expertises*, atividades e tecnologias, mediante acordos técnicos ou cooperação (*capacidades organizacionais*); mecanismos auxiliares (de suporte e complementares) de interação dos recursos humanos e outros compartilhados no esforço de inovação (*mecanismos de incentivos*); e condições físicas e organizacionais para uma sistematização do desenvolvimento de tecnologias de produto e processo (*estrutura tecnológica*).

De um modo geral, as capacidades de desenvolvimento têm como características-chave: (a) *especificidade* (modo particular de organizar o processo de busca por novos conhecimentos e novas habilidades, de forma deliberada e voluntária); *irreversibilidade* (melhorias pequenas e incrementais seguem um curso contínuo e dependente de caminho); e *sistematização* (processo articulado e repetitivo de invenção, desenho, teste e avaliação de desempenho de novos produtos e processos).

As capacidades de desenvolvimento são fortemente baseadas na atividade de desenvolvimento que visa manter o curso contínuo de melhorias ou avanços incrementais. A atividade de desenvolvimento atravessa os limites da atividade de pesquisa de P&D. O desenvolvimento (D) depende de outros fatores um tanto complementares e adicionais à P&D.

Em cada setor, o desenvolvimento de tecnologias possui um *modo de busca inovativa* diferente. Por exemplo, na mecânica, do tipo não-eletrônica, a inovação é muito mais informal, freqüentemente incorporada em melhorias incrementais em desenho (Dosi, 1988). Seja qual for a natureza da mudança tecnológica, a busca inovativa é fortemente orientada pela "solução de problemas", cujas atividades de pesquisa implicam desenvolvimento e refinamento de modelos de procedimentos existentes (padrão de mudança técnica).

Outro fator importante para o desenvolvimento de tecnologias é o processo cumulativo de aprendizagem (padrão de aprendizagem). O processo de aprendizagem está ligado às tecnologias *in-house* e externalidades. Por exemplo, em engenharia de instrumentos e mecânica (fornecedores especializados), as inovações de produto são relativamente mais importantes. Para as *firmas fornecedoras especializadas*, o sucesso competitivo, em termos de apropriação da vantagem tecnológica, depende, em grande

medida, das habilidades específicas à firma refletidas em melhorias contínuas em desenho e confiabilidade do produto e das habilidades em responder sensível e rapidamente às necessidades dos usuários (Pavitt, 1984, p. 359).

Por fim, o processo de aprendizagem permite, também, incorporar a cada tecnologia, em maior ou menor grau, elementos de conhecimento nas formas tácita e específica e elementos nas formas pública e universal. Por exemplo, na engenharia mecânica (máquina-ferramenta), uma importante parte da base de conhecimento consiste de conhecimento tácito sobre o desempenho de gerações anteriores de máquinas, de condições típicas de uso delas, de requerimentos produtivos dos usuários, e assim por diante. Nestas circunstâncias, os elementos do conhecimento tácito e específico determinam a característica endógena (*in-house*) do processo de busca tecnológica, que pode ser formalmente organizada em laboratório de P&D ou informalmente através de esforços de melhoria contínua e aprendizagem (Pavitt, 1984).

Na realidade, existe um 'conjunto estruturado' de externalidades que é responsável pela natureza consistente e hierárquica do padrão de ligação entre diferentes indústrias e tecnologias: conhecimento e *expertises* específicos, fluxo informal de informações e especificações técnicas, mobilidade do potencial humano e interdependência não-comercial entre setores, tecnologias e firmas.

6 CASOS ILUSTRATIVOS

Esta parte da pesquisa visa dar uma aplicação do modelo teórico desenvolvido a um grupo de empresas privadas de um segmento do setor mecânico brasileiro. Este grupo inclui empresas que fazem parte da Base de Dados da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI). A vantagem de se utilizar estes indicadores na presente análise está tanto na clareza de definição dos conceitos utilizados pela ANPEI quanto no rigoroso critério pelo qual as empresas devem apurar os dados que alimentam a Base de Dados.

O setor industrial ao qual elas pertencem é denominado pela ANPEI como Máquinas Industriais, de acordo com a classificação ISIC (International Standard Industrial Classification; o referido setor inclui Máquinas industriais e Comerciais e Equipamentos de Computação), envolvendo grupo de produtos até 4 dígitos.

O critério adotado para a escolha da indústria mecânica, como base para ilustração, deve-se ao fato de ela fornecer fortes indícios da presença de elementos básicos da estrutura de análise aqui formulada e de as firmas participantes serem ativas em várias áreas de pesquisa com uma taxa veloz de inovação tecnológica.

A maioria das empresas selecionadas é caracterizada como "fornecedores especializados", que tipicamente concentram seus esforços tecnológicos sobre inovação de produtos em bens destinados a produtores específicos, tais como máquinas ferramentas, instrumentos científicos, químicos especializados, ou *software*. Tais empresas têm como ponto forte, em termos estratégicos, habilidades de combinar tecnologia com requerimentos de consumidores (Pavitt, 1992, p. 214). Em outras palavras, os fornecedores

especializados têm como principal foco das atividades inovativas a produção de inovação de produtos para uso em outros setores (Pavitt, 1984, p. 359).

Por serem tecnologicamente especializadas, tais firmas cultivam fortes relacionamentos com seus clientes. A relação entre a origem e a aplicação industrial das inovações nestas empresas é de fundamental importância para a dinâmica do processo inovativo. Com base em relacionamentos estreitos e estáveis com usuários de seus produtos, as empresas fornecedoras, buscando desenvolver conhecimento e *expertise in-house*, constroem canais de comunicação e redes de cooperação entre não só laboratórios de pesquisa dos usuários, mas também centros de pesquisa públicos e privados e seus próprios laboratórios de P&D.

A maneira pela qual as empresas fornecedoras especializadas se apropriam da vantagem tecnológica não está ligada tanto a segredo, *know-how* de processo e hiatos tecnológicos prolongados. Segundo Pavitt (1984, p. 359), o sucesso competitivo delas depende: "em grau considerável, das habilidades específicas à firma em melhorias contínuas em desenho de produtos e em confiabilidades de produto, e na habilidade em responder sensível e rapidamente às necessidades dos usuários". Por conseguinte, os fornecedores provêm conhecimento e experiência especializados como resultado do desenho e manufatura de máquinas e equipamentos para seus usuários. Portanto, estas empresas possuem alta proporção de seus recursos inovativos comprometidos com inovações de produto.

Como foi dito anteriormente, a vantagem competitiva sustentável de uma organização depende de como a firma consegue capturar o efeito cumulativo e contínuo do esforço de desenvolvimento. Este objetivo é comumente alcançado mediante a construção de capacidades de desenvolvimento.

O propósito das capacidades de desenvolvimento é a melhoria da competência tecnológica, isto é, melhorar e diversificar suas tecnologias. O trabalho de "chão" da competência tecnológica é feito através da apreciação das atividades de desenvolvimento, que basicamente implica identificação das fontes de conhecimentos tecnológicos e integração, interação e iteração das várias atividades (desenvolvimento, manufatura e *marketing*). Esta apreciação da atividade de desenvolvimento ajuda a entender os principais mecanismos de apropriação do processo inovativo. Então, o processo de desenvolvimento contínuo permite o refinamento de tecnologias e métodos de manufatura existentes e, eventualmente, a adaptação de novas tecnologias.

6.1 Análise dos Resultados

Esta seção apresenta os resultados dos casos examinados através da coleta de dados sobre o processo de desenvolvimento de produtos e processos. Os dados foram coletados com base nos indicadores empresariais de inovação tecnológica publicados pela ANPEI, desde 1993. No total da amostra, nove empresas estão envolvidas, mas, em cada ano, apenas cinco são consideradas, isto é, entre as cinco, as empresas se intercalam entre si durante o período considerado. Todavia, muitas delas permaneceram entre as cinco em quase todo o período.

Visando preservar informações sigilosas dos participantes da Base de Dados, a ANPEI não fornece informações individualizadas, mas sim de, no mínimo, cinco empresas em conjunto. As cinco empresas envolvidas nos casos apresentaram, juntas, em 1999, um faturamento bruto de US\$ 507.171.060, representando 40,16% do total do faturamento

bruto das empresas informantes do grupo máquinas industriais, ao qual elas pertencem (ANPEI, 2000).

A partir da avaliação dos dados obtidos do conjunto de empresas, foram feitos contatos diretos com, ao menos, um dos membros responsáveis da equipe de desenvolvimento. Em seguida, algumas entrevistas foram realizadas com certas empresas e, por fim, questionários foram enviados, via Correios e *e-mail*, para todas elas, das quais cinco responderam o questionário.

Os dados contidos nas tabelas deste capítulo são referentes à mensuração das variáveis quantitativas relativas às dimensões de cada variável operacional. Estas tabelas apresentam uma denotação de cada dimensão e de suas respectivas variáveis quantitativas. Este procedimento foi adotado para simplificar as tabelas. O significado de cada denotação pode ser verificado, consultando-se os quadros exibidos no capítulo 3. Por exemplo, C1 denota o 'nível de especialidade profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D'. Esta variável quantitativa está relacionada à dimensão 1 (D1) da variável operacional 'conhecimento *in-house*'; D1 denota o '*know-how* técnico em desenvolvimento de novos produtos, melhoria dos já existentes e descoberta de novos materiais' (Quadro 3).

Os tópicos a seguir mostram um exame da aplicação dos elementos da estrutura de análise, que conjuntamente contribuem para o entendimento da noção de dinâmica das capacidades de desenvolvimento.

6.1.1 Capacidades de desenvolvimento

Muitas empresas investigadas apresentaram importantes características organizacionais em termos de coordenação de suas atividades inovativas. Nestas empresas,

a resolução de problemas técnicos e organizacionais requerem uma importante coordenação de diferentes tecnologias e uma intensa cooperação entre membros de equipes de trabalho com diferentes especialidades funcionais.

As características das capacidades de desenvolvimento foram evidenciadas na forma pela qual o processo inovativo tem sido conduzido pelas empresas. Em termos de *especificidade*, o modo de organização do processo de busca por conhecimento das empresas tem mostrado um caráter específico à firma, haja vista a intensidade do esforço particular que elas têm atribuído ao *know-how* técnico em desenvolvimento de produtos, o qual envolve a coordenação de diferentes tecnologias por laboratórios de pesquisa. Por exemplo, segundo o Gerente de Recursos de Engenharia de uma empresa entrevistada, os recursos que a empresa tem em laboratórios são bem superiores aos recursos disponíveis em laboratórios de universidades e centros de pesquisas, em nível mundial. O quanto a empresa domina certas tecnologias não é facilmente visível e compreensível por outras firmas. Ela conseguiu desenvolver um grupo de tecnologias particulares, que compreende conformação de sondagem, eletrônica, montagem, motores elétricos, projeto de produto, química, sistemas de manufatura, sistemas técnicos e acústicos, usinagem e suporte. Cada tecnologia agrega todas as disciplinas relacionadas. Por exemplo, sistemas térmicos e acústicos incluem refrigeração, ar condicionado, ruído, sistemas térmicos, etc.

Em relação à *cumulatividade e irreversibilidade* (dependência de caminho), é possível associar a contínua busca das empresas por novos produtos e processos com a importância que elas dão ao compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos e preocupações que os membros de equipes de trabalho possuem (Tabela 13 - Anexo 9.2). Isto porque elas têm desenvolvido uma forte base de conhecimento *in-house* (*know-how* técnico) [Tabela 1].

Por fim, outra característica apresentada pelo comportamento das empresas que torna clara a capacidade de desenvolvimento delas está no modo *sistemático* pelo qual as atividades de P&D são estruturadas. As atividades de P&D formais, em parte, seguem alguns procedimentos conhecidos como, por exemplo:

"... comprovação da viabilidade técnica/funcional de novos produtos, processos e serviços ou ainda o substancial aperfeiçoamento dos já existentes". Incluem-se, ainda, (...) habilidades de aplicação do conhecimento já existente ao *design*, à execução de testes e confecção de protótipos, à produção experimental, à operação de plantas piloto e à comercialização pioneira de produtos/processos. [ANPEI, 1998, P. 12]

Estas atividades, que são denominadas de Desenvolvimento Experimental (ANPEI, 1998), representaram, a exemplo da Pesquisa Aplicada, um importante incentivo pela política de dispêndios em P&D das empresas, ao longo da última década, conforme indicado na Tabela 18 (Anexo 9.3).

Informalmente, a execução das atividades de P&D são suportadas por "Serviços Tecnológicos", tais como estudos de viabilidade técnico-econômica de novos produtos e processos e ensaios, testes e análises técnicas de produtos e processos. Além disso, as atividades de P&D são, também, complementadas pela "Engenharia Não Rotineira"²⁹ com atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação (ANPEI, 1998). Neste sentido, os dados apresentados na Tabela 17 (Anexo 9.3) mostram o quanto as empresas estão empenhadas nestas áreas. Entre 1993 e 1998, as despesas com Serviços

²⁹ Engenharia Não Rotineira 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; e os arranjos de planta requeridos para a implementação de novos produtos e processos (ANPEI, 1998, p. 11).

Tecnológicos, por empresa, representaram US\$ 341.696, em média, enquanto que as despesas com Engenharia não Rotineira, por empresa, foram expressivamente elevadas, em torno de US\$ 3.207.000.

Todavia, na interação destas atividades dentro do processo inovativo, o sucesso em desenvolvimento depende, de acordo com Rosenberg (1994, p. 128), em parte, da força particular do cultivo de uma forte *interface* entre *design* de produtos e engenharia de produção. De fato, as empresas têm preferido fazer maior uso das habilidades de engenharia e experiência do pessoal da manufatura ao longo da seqüência das atividades desenvolvimento associadas com as inovações de produtos e processos. O caso, a seguir, ilustra bem como uma certa empresa aborda, de modo particular, esta questão em relação a seus projetos de desenvolvimento de tecnologias.

A empresa considerada executa, anualmente, centenas de projetos de vários tamanhos; eles são classificados como projetos pequenos, médios, grandes e de tecnologia. Cada projeto compreende uma seqüência de atividades que tem início, meio e fim bem definidos. O projeto em si envolve um contrato, fases bem definidas e, particularmente, um ciclo denominado C_2C . Este ciclo é um recurso único, que foi desenvolvido internamente e está apenas disponível a esta empresa. O ciclo C_2C possui três fases: Concepção, Conversão e Execução. Estas são as fases básicas pelas quais os projetos são realizados, que abrangem toda a questão de produto e processo. Mas, existe ainda uma fase anterior muito importante que dá origem a tudo isso; ela é o ponto de partida, ou seja, é a 'idéia' em si que dá origem a cada projeto. Esta fase inicial é denominada de Pesquisa, que pode ser pesquisa básica e pesquisa aplicada. Isto é traduzido pela empresa como 'projetos de desenvolvimento tecnológico'. Portanto, o conceito básico de projeto é iniciar sempre um projeto de tecnologia de pesquisa, o qual nunca se sabe ao certo o seu tempo de

duração (pode levar de seis meses a cinco anos), para depois, então, entrar nas fases subseqüentes: Concepção, Conversão e Execução.

Esta organização tem uma estrutura física formada por pessoas de diferentes especialidades trabalhando em equipe. A empresa fez uma analogia da organização de projetos com um hospital, onde cada projeto é um paciente com um problema. A maioria dos pacientes são atendidos na emergência por pediatra, cardiologista ou ortopedista, por exemplo. Nos casos mais complexos e complicados, os pacientes são internados, por um período mais prolongado, e tratados por um neurologista, por exemplo, ou outros médicos com apurada especialidade e maior dedicação aos pacientes. Em outras palavras, grande parte dos projetos executados por equipes são projetos pequenos e médios. São equipes permanentes, em que uma mesma equipe realiza vários projetos pequenos e médios. Os projetos grandes e de tecnologia, possuem equipes dedicadas, cada qual responsável por um certo projeto grande. Então, para cada projeto grande ou de tecnologia há uma equipe dedicada.

Portanto, cada equipe possui um líder e assume projetos de natureza e tipo diferentes. As equipes são multifuncionais, em que todos trabalham nas diversas *interfaces* dos projetos, mas elas têm em comum vários profissionais com a mesma especialidade, em diferentes tipos de projetos (pequenos, médios, grandes e de tecnologia). Este é o aspecto mais importante em discussão. Nos projetos pequenos e médios, as equipes são formadas por pessoas de várias áreas, que são fisicamente alocadas no mesmo ambiente de laboratório. Estas pessoas vêm do *marketing*, manufatura, materiais/suprimentos, enfim; a cadeia produtiva inteira está presente nestas equipes. Isto implica realizar os projetos de A a Z sem ter que chamar alguém de fora das equipes. Nos projetos grandes e de tecnologia, a participação do pessoal de diversas áreas da empresa é *ad-hoc*, ou seja, cada projeto tem

uma equipe com configuração diferente. Por exemplo, alguns projetos têm equipes com pessoas fixas de fornecedores, outros com pessoas fixas de *marketing* e outros com pessoas fixas de manufatura.

Outro aspecto importante a destacar nesta *interação* existente entre especialistas funcionalmente separados é o processo de *transição* pelo qual ocorre, ao longo do ciclo dos projetos, a troca de responsabilidade pela condução de determinado projeto. Desde a primeira fase do projeto há uma intervenção do pessoal da manufatura para que eles possam assumir determinado projeto em sua fase final. Enquanto que a fase de Concepção envolve os gerentes de fábrica, as fases de Conversão e Execução, freqüentemente, passam a envolver outros "artistas", os engenheiros de fábrica. Isto é muito comum acontecer em projetos grandes. Ao entrar em cena neste estágio do projeto chamado "Engenharia de Fábrica", os engenheiros de fábrica passam a assumir a responsabilidade de levar o projeto adiante. A partir do momento em que as 'idéias' iniciais passam a se tornar 'coisas tangíveis', os engenheiros da fábrica entram em cena como se acontecesse uma verdadeira "troca de bastão" ("*overlap*"). Neste momento, eles recebem o projeto para conduzi-lo até o fim dentro das diferentes fábricas da empresa, proporcionando a mobilização de um intenso pessoal de alguma maneira ligado ao projeto.

O processo de desenvolvimento nada mais é do que um processo contínuo de melhorias e modificações menores, ou seja, de pequenas mudanças. Para se ter uma noção da dimensão do processo de desenvolvimento de projetos de uma empresa específica, as chamadas equipes permanentes executam em torno de cinco projetos pequenos por semana, podendo chegar, às vezes, a dez. Projetos médios variam de quatro a seis, a cada dois meses. Já os projetos grandes não ocorrem com tanta frequência; as equipes dedicadas executam um projeto por ano, cada um com um ciclo de um a três anos. No total, a

empresa desenvolve, ao longo do ano, cerca de 300 a 400 projetos pequenos, 100 médios, 20 grandes e de 5 a 10 de tecnologia.

Os projetos pequenos e médios envolvem, é claro, mudanças incrementais, ao passo que os projetos grandes e tecnológicos estão relacionados a mudanças maiores. Isto quer dizer que os projetos pequenos são classificados como tal pela empresa, porque envolvem uma baixa complexidade tecnológica e de gerenciamento, ao contrário dos projetos grandes e de tecnologia.

As idéias que dão origem aos projetos, de uma maneira geral, estão muito mais relacionadas às questões ligadas ao produto da empresa. Por se tratar de um fornecedor especializado, a empresa está muito voltada em atender os requerimentos dos clientes e, até mesmo, ela pode se antecipar ao conseguir antever o que eles poderão pedir no futuro. Isto não é muito difícil quando há uma ligação muito próxima entre produtor-usuário.

Tipicamente, a maior parte das mudanças inovativas das empresas fornecedoras especializadas estão ligadas a produto. Mudanças significativas de processo podem ocorrer, por exemplo, quando uma empresa atravessa um processo de reestruturação da fábrica inteira, como é o caso da empresa considerada que mudou, alguns anos atrás, completamente sua atividade de manufatura, envolvendo gerenciamento e projetos muito voltados para questões de eficiência. Isto trouxe alguns resultados importantes em termos de economia de escala, verticalização, terceirização, otimização em relação à movimentação, armazenagem, estoque *lead-time* do processo como um todo, processo de trabalho, etc. Esta empresa obteve, a partir de então, um ganho significativo de produtividade, que, segundo ela, representou um aumento na produção em torno de 62% e uma redução em pessoal de aproximadamente 33%. Isto se deveu, principalmente, à automação, otimizações, enfim, à inovação de processo.

Tudo isso implicou ganho significativo de qualidade para a empresa. Há dez ou oito anos, a empresa tinha um índice de produtividade de 500 ou 600 defeitos por milhão de unidades produzidas, hoje, este índice caiu para 100. Para as questões de eficiência, a empresa mantém linhas especiais de pesquisa em Desenvolvimento Tecnológico, tais como acústica, redução de custo, otimização de processos, capacitação tecnológica e outros. Com relação ao desempenho do produto em si, a avaliação é feita em termos de capacidade, consumo, eficiência, condições de partida, ruído, vibração, tombamento, etc.

Seja qual for a natureza das modificações e melhorias, na verdade, elas exercem um papel muito importante para a integração das diferentes especialidades funcionais, para a estabilidade de *feedbacks* mais próximos desde usuários até fornecedores e, mais efetivamente, para o refinamento dos métodos de produção existentes.

- Fontes de conhecimento

O processo de *mudança recíproca* é muito difícil de entender, tanto pela própria firma quanto pelos competidores, pelo fato de envolver conhecimento inovativo que apresenta, em grande parte, uma natureza altamente tácita e características de apropriabilidade parcial privada (conhecimento específico *in-house*).

Como foi dito anteriormente, o desenvolvimento, em geral, não está organizado tal qual as atividades de pesquisa formalizadas, tipicamente, em laboratórios de P&D. Existem muitas maneiras informais, complementares e adicionais à P&D formalizada, de desenvolver tecnologias, como, por exemplo, através de melhoramentos em desenho, "aprender por fazer" e "aprender por usar" (Dosi, 1988, p. 1124-5). Por isto, este tipo de esforço é geralmente incorporado em pessoas e organizações.

As habilidades e conhecimentos podem estar incorporados localmente (competência local) não só em indivíduos, como também em equipes e unidades organizacionais (como, por exemplo, departamentos funcionais). Em termos individuais, estas habilidades e conhecimentos podem ser traduzidos em "expertise humano" (Farjoun, 1994), em "expertise disciplinar único" (Leonard-Barton, 1992; Henderson e Cockburn, 1994) ou em "experiência pessoal" (Penrose, 1959).

Tabela 1: Desempenho do conhecimento *in-house*

Variável Quantitativa	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Dimensão 1</i>						
C1	49,77 (n=3)	48,48 (n=4)	38,03 (n=3)	55,70 (n=2)	34,50 (n=3)	62,63 (n=4)
C2	36,17 (n=3)	34,50 (n=4)	35,76 (n=3)	39,86 (n=2)	46,86 (n=3)	44,79 (n=4)
C3						
P.B	2,55 (n=2)	1,03 (n=4)	1,91 (n=4)	2,53 (n=3)	4,24 (n=2)	4,75 (n=2)
P.A	47,63 (n=2)	15,77 (n=4)	18,33 (n=4)	27,47 (n=3)	19,67 (n=2)	20,35 (n=2)
C4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Dimensão 2</i>						
C5	118,20 (n=2)	96,13 (n=3)	93,83 (n=3)	128,30 (n=2)	107,15 (n=3)	114,60 (n=4)
C6	44,54 (n=2)	45,20 (n=3)	45,78 (n=3)	42,05 (n=2)	48,59 (n=3)	47,40 (n=4)
C7						
DE	6,15 (n=2)	10,41 (n=4)	12,38 (n=4)	19,75 (n=3)	4,03 (n=2)	2,02 (n=2)
ST	15,78 (n=2)	3,30 (n=4)	1,61 (n=4)	6,69 (n=3)	10,15 (n=2)	11,57 (n=2)
AT	14,27 (n=2)	2,90 (n=4)	1,47 (n=4)	1,05 (n=3)	10,13 (n=2)	21,71 (n=2)
ENR	13,62 (n=2)	66,59 (n=4)	64,30 (n=4)	42,51 (n=3)	51,78 (n=2)	39,6 (n=2)
C8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números)

Notas: P B = Pesquisa Básica; PA = Pesquisa Aplicada; DE = Desenvolvimento Experimental; ST = Serviços Tecnológicos; AQ = Aquisição de Tecnologias; ENR = Engenharia Não Rotineira.

Dada a tecnologia em questão, ou seja, engenharia mecânica e engenharia de instrumentos, o conjunto de cinco empresas pesquisadas apresentou, em média, no ano de

2000, um significativo *expertise* profissional em engenharia mecânica (28 profissionais), conforme Tabela 7 (Anexo 9.2). Como tais tecnologias incorporam importantes componentes elétricos, computacionais e outros, estas empresas mantêm diferentes áreas disciplinares integradas entre si, tais como engenharia elétrica (em torno de 5 profissionais), engenharia de produção (3 profissionais) e outras (quase 3 profissionais de diferentes áreas, tais como computação, eletrônica, engenharia civil e química).

As empresas da amostra detêm uma importante forma de conhecimento tecnológico *in-house* como principal fonte de inovação de produto; a maioria delas concentraram intensos esforços para acumular *know-how* em desenvolvimento de novos produtos e melhoria de produtos existentes, conforme Tabela 8 (Anexo 9.2) e tabela 1. De acordo com Pavitt (1984), por serem relativamente pouco diversificadas, em termos tecnológicos, e devido à importante contribuição (aprender por usar) dada pelas firmas usuárias, as firmas especializadas contribuem muito mais para inovações de produto do que de processo, no setor. Em outras palavras, o principal foco das suas atividades inovativas é a produção de inovação de produto para uso em outros setores, isto requer uma proporção alta de conhecimento tecnológico comprometido em inovações de produto. Todavia, elas também contribuem significativamente para suas próprias inovações de processo, adquirindo *know-how* em desenvolvimento de processos e de métodos avançados de manufatura, bem como em melhoria em técnicas organizacionais, como mostra a Tabela 8 (Anexo 9.2).

As empresas da amostra têm alocado uma proporção relativamente alta de funcionários que se dedicam à atividade de P&D. A Tabela 1 mostra o alto nível de especialidade profissional (C1) mantido por cada empresa, ao longo dos últimos anos, ao alocar um grande número de funcionários ligados direta e indiretamente à atividade

inovativa. Eles são profissionais, de nível superior e nível técnico, que exercem atividades predominantemente técnicas ou de ordem administrativa e gerencial. Na média do período de 1993 a 1998, aproximadamente 110 funcionários (C5), por empresa, estiveram envolvidos nas atividades de P&D&E (Pesquisa e Desenvolvimento e Engenharia). Deste total, 95 profissionais, por empresa, possuíam formação de nível superior, incluindo Mestrado e Doutorado. No que diz respeito às atividades de P&D, o número de funcionários envolvidos diretamente em Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental representou 48 profissionais, por empresa. A maioria deles, aproximadamente 39 pesquisadores, por empresa, possuíam nível superior, incluindo Mestrado e Doutorado (C2).

Portanto, os dados acima têm demonstrado que estas empresas vêem o conhecimento interno como uma importante fonte de inovação, acumulando, assim, significativo *know-how* técnico em desenvolvimento, seja de novos produtos e materiais, seja de produtos existentes e processos. O seu conhecimento tecnológico *in-house* tem estado fortemente baseado, principalmente, nas atividades de Pesquisa Aplicada (C3: PA), Desenvolvimento Experimental (C7: DE) e Engenharia Não Rotineira (C7: ENR). Por definição, de acordo com ANPEI (1998, pp. 11-12), Pesquisa Aplicada significa "investigação original concebida pelo interesse em adquirir novos conhecimentos com finalidades práticas". Engenharia Não Rotineira é entendida como sendo as "atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação, envolvendo o desenvolvimento de produtos/processos". E, por fim, Desenvolvimento Experimental, tendo como base o conhecimentos técnico-científico e/ou empírico já dominados pela empresa ou obtido externamente, consiste em "buscar, através de esforços sistemáticos, a comprovação da viabilidade técnica/funcional de novo(s) produto(s), processo(s), sistema(s) e serviço(s), ou

ainda o substancial aperfeiçoamento do já existente". A Tabela 1 indica os gastos das empresas nestas áreas: considerando a média entre os anos de 1993 e 1998, do total dos gastos, por empresa, em P&D&E, 24,87% foram destinados para Pesquisa Aplicada, 46,4% para Engenharia Não Rotineira e 9,12% para Desenvolvimento Experimental.

Além deste conhecimento interno, as empresas também contam com a contribuição do conhecimento externo. A Tabela 9 (Anexo 9.2) mostra que a maioria das empresas da amostra acessaram intensamente algumas formas de conhecimento (externo), que são comercializados por outras firmas e Institutos Tecnológicos. Elas demonstraram uma preferência pela: aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos ligados à inovação; adoção de técnicas organizacionais por consultorias especializadas; e utilização de direitos de propriedade intelectual, em termos de patentes, marcas relacionadas a novos produtos e processos e tecnologia industrial.

Tabela 2: Desempenho do conhecimento externo

Variável Quantitativa	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Dimensão 1</i> C9	14,27 (n=2)	2,90 (n=4)	1,47 (n=4)	1,05 (n=3)	10,13 (n=2)	21,71 (n=2)
<i>Dimensão 2</i> C10	98,38 (n=1)	99,04 (n=2)	99,37 (n=1)	91,33 (n=3)	90,20 (n=3)	93,56 (n=4)
<i>Dimensão 3</i> C11	1,62 (n=1)	0,96 (n=2)	0,63 (n=1)	n.d.	9,80 (n=3)	6,44 (n=4)
<i>Dimensão 4</i> C12 C13	n.d. Vide tabela 3					

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números)

Embora as empresas tenham demonstrado um interesse pelo conhecimento externo, a Tabela 2 revela uma proporção relativamente pequena dos seus gastos em P&D&E com

Aquisição de Tecnologias (C9). Em comparação com os gastos em P&D, as despesas, por empresa, oriundas de serviços de assistência técnica, de *royalties* decorrentes de licenças para uso de marcas e patentes, de programas de computador, etc., representaram 8,5%, em termos da média do período de 1993 a 1998.

Por outro lado, considerando que a média de Investimento de Capital³⁰ (Investimentos em Ativos Fixos e Ativos Intangíveis) das empresas se comportou bem acima da média de suas Despesas em P&D&E³¹ (Tabela 20 - Anexo 9.3), as empresas apresentaram uma importante preocupação com a capacitação tecnológica, através da aquisição de Ativos Fixos (C10): 95 % do total do Investimento de Capital, por empresa, foram investidos em Ativo Fixo, entre 1993 e 1998, em média (Tabela 21 - Anexo 9.3). As máquinas, equipamentos e aparelhos adquiridos são importantes para a capacitação tecnológica, pois incorporam tecnologias sendo desenvolvidas externamente.

Tabela 3: Frequência absoluta de parcerias contratadas para execução de atividades de P&D

TIPOS DE PARCEIROS	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Universidades	2	2	2	1	3	2
Institutos Tecnológicos	1	1	1	0	1	1
Empresas de eng./consultoria	1	2	1	0	3	4
Outras empresas	1	1	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	1	1
Total	5	6	4	1	8	8

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas:

- 0 = Não houve contratação de parceiros.
- As empresas podem citar mais de um tipo de parceiro.
- Citações de cinco empresas

³⁰ Investimento de Capital em inovação tecnológica refere-se aos Investimentos em Ativos Fixos (aquisição de terrenos, instalações, máquinas, equipamentos, aparelhos e acessórios) e Ativos Intangíveis (aquisição de pagamentos de licenças para exploração de patentes, licenças para usos de marcas e de contrato de fornecimento de tecnologia industrial) [ANPEI, 1999, p. 68].

³¹ Considerando a média do período de 1993 a 1998, o Investimento de Capital, por empresa, representou US\$ 9.804.082, enquanto as Despesas em P&D&E, por empresa, foram de US\$ 3.323.169.

Em termos de parcerias envolvidas na execução das atividades de P&D (C13), as empresas da amostra têm manifestado um vínculo, principalmente com universidades e Institutos Tecnológicos, conforme Tabela 3. Quando a busca tecnológica de empresas inovadoras é fortemente baseada em P&D *in-house*, além da ligação dentro da firma com produção e, freqüentemente, *marketing*, elas, também, necessitam se integrar com laboratórios de pesquisa e desenvolvimento externos devido às facilidades de melhorar o fluxo de informações, no caso de implementação ou transferência de novas tecnologias (Dosi, 1988). Em outras palavras, devido à interface entre ciência e tecnologia, "o conhecimento científico é adquirido primeiro, e ele é, subseqüentemente, incorporado em novas tecnologias, que explora e incorpora o conhecimento científico pré-existente" (Rosenberg, 1992, p. 82). As atividades de desenvolvimento realizadas dentro da firma podem ser entendidas como uma *aplicação* do conhecimento científico baseado em trabalho teórico ou experimental, geralmente realizado nas universidades. De fato, o desenvolvimento incorpora conhecimento de várias fontes. Nos casos em que novo conhecimento científico propicia um estímulo para o surgimento de um novo produto, o subseqüente processo de desenvolvimento suscitará sobre uma variedade ampla de fontes, das quais a mais comum é o conhecimento de engenharia *in-house* (Rosenberg, 1994, p. 130).

Cabe destacar, ainda, outras fontes de informações, como mostra a Tabela 10 (Anexo 9.2), que têm sido consideradas relevantes pelas empresas pesquisadas para o processo de inovação, principalmente, no que diz respeito à troca de informações sobre clientes/consumidores e troca de informações com fornecedores e com serviços pós-venda, bem como pesquisa de mercado sobre novos produtos, preços, etc.

Por fim, as firmas dispõem, também, de outra fonte de conhecimento que é o conhecimento privado na forma de registros. Este tipo de conhecimento inclui direitos de propriedade intelectual relativos ao registro de marcas e contratos de transferência de tecnologias relacionadas com novos produtos/processos (C15), bem como às informações tecnológicas obtidas através da aquisição de acervo técnico, base de dados e de outras atividades de biblioteca, documentação, normas técnicas, etc. (C16) e outras informações provenientes de estudos sobre tendências tecnológicas (C17). As empresas têm utilizado parte destes recursos para a realização de programas de capacitação de recursos humanos com treinamento e desenvolvimento, desenvolvimento de métodos avançados de manufatura e melhoria de técnicas organizacionais (Tabela 6, Questões 2 e 8 - Anexo 9.1)

Como pode ser verificado na Tabela 11 (Anexo 9.2), este tipo de conhecimento não despertou muita preocupação pelo fato de envolver recursos que estão protegidos pelos direitos de propriedade intelectual (tais como patentes, marcas registradas, segredos comerciais e direitos autorais) contra a imitação ou reprodução pelos competidores. Eles podem ser aqui classificados como *recursos de propriedade*. Esta tipologia se baseia fundamentalmente no fato de que a propriedade intelectual, além de constituir uma barreira legal, ela, também, possibilita a comercialização dos recursos (a propriedade intelectual pode ser comercializada).

Quando os recursos são ‘baseados na propriedade’, a proteção contra a imitação pelos competidores depende, essencialmente, de restrições deliberadas (poder de mercado ou eficiência) ou legais (direitos de propriedade bem definidos), mesmo que muitos competidores tenham o conhecimento suficiente para reproduzir estes tipos de recursos dos rivais. Contudo, a patente, por exemplo, proporciona pouca proteção contra a imitação dos recursos físicos de uma firma (Barney, 1995); mesmo que uma tecnologia de produto

seja patenteada, ela pode ser obtida através de estratégias do tipo engenharia reversa (Winter, 1987; Teece, 1998). Além disso, o controle deste tipo de recursos, porém, torna-se vulnerável às mudanças no ambiente: mudanças no comportamento dos competidores (novos rivais, novos produtos, novos processos, etc.), mudanças no gosto dos consumidores, mudanças nas condições das fontes de oferta (novos substitutos, por exemplo), ou mudanças nas leis e estatutos que regem contratos. Winter (1987), ao investigar a eficácia de vários modos de proteger os retornos de inovações, tais como patentes, segredos, *lead time*, e serviços e vendas superiores, constatou que a patente tende a ser mais importante em produtos do que em processos. Por exemplo, a patente tende a ser útil nas áreas de droga e química, onde o produto é facilmente analisado e copiado. As patentes tornam-se um fator irrelevante em indústrias inovativas, tais como equipamentos de telecomunicações e computadores, onde o ambiente é tão dinâmico que as patentes tornam-se obsoletas.

- Estrutura tecnológica

Como foi dito anteriormente, a estrutura tecnológica correspondente às capacidades de desenvolvimento compreende desde a definição de uma unidade organizacional (departamento, seção, centro, etc.) para gerenciar as atividades de P&D até os investimentos em instalações físicas para o funcionamento de laboratórios com máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos apropriados às atividades de inovação. Portanto, a estrutura tecnológica envolve: (a) *capacidades tecnológicas* (procedimentos específicos); (b) *capacitação de recursos humanos* (seleção, recrutamento e aperfeiçoamento de pessoal

técnico especializado); e (c) uma certa *capacidade instalada de P&D* (laboratórios, máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos, etc.).

As atividades de inovação abrangem um conjunto de habilidades em desenho de novos produtos, em teste e avaliação de desempenho deles, em invenção e desenho de novos e apropriados processos de manufatura, bem como habilidades em solucionar inúmeros pequenos problemas relacionados à eficiência das técnicas de produção e de organização da manufatura (Rosenberg, 1994). Na prática, estas habilidades podem ser traduzidas no esforço de inovação, por parte das empresas selecionadas, cujos indicadores construídos pela pesquisa ANPEI podem, perfeitamente, ser adotados para exemplificar a presente variável operacional.

De acordo com a noção de estrutura tecnológica, os indicadores ANPEI associados às capacidades tecnológicas são os seguintes: P&D, Serviços Tecnológicos, Aquisição de Tecnologia, Engenharia Não Rotineira e Investimento de Capital.

A pesquisa e desenvolvimento (P&D) consistem em procedimentos específicos baseados no esforço sistemático de busca por conhecimentos científico e tecnológico, tendo em vista a possibilidade de sua aplicação para a solução de problemas práticos. O indicador P&D da ANPEI registra todos os gastos diretamente incorridos na execução destes tipos de atividades, em termos de: (1) gastos com salários e encargos sociais de pesquisadores, engenheiros, técnicos e pessoal de apoio técnico e administrativo; (2) depreciação de investimentos em terrenos, edificações, instalações e equipamentos; e (3) demais despesas necessárias à realização destes tipos de atividades, incluindo matérias primas, materiais de consumo, comunicação, transportes e outras (ANPEI, 1998, p. 10).

A pesquisa e desenvolvimento incluem três tipos de atividades: Pesquisa Básica (PB), Pesquisa Aplicada (PA) e Desenvolvimento Experimental (DE). A Tabela 4 traduz o

quanto as empresas da amostra comprometeram recursos humanos e materiais em Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental (ET1): os gastos, por empresa, em P&D representaram, na média do período de 1993 e 1998, um montante em torno de US\$ 2.777.000. Isto equivale a algo ao redor de 1,53% do faturamento bruto³², por empresa (Tabela 20 - Anexo 9.3). A Tabela 18 (Anexo 9.2) revela a Pesquisa Aplicada como a atividade mais ativa do P&D, cuja evidência sugere que empresas nestas circunstâncias puderam acumular conhecimentos práticos, talvez emergidos de programas de Pesquisa Básica.

Considerando o conjunto de atividades relacionadas aos Serviços Tecnológicos (ET2 a ET 6), que prestam suporte direto às atividades de P&D, embora não tenham apresentado dispêndios muito significativos (Tabela 4), elas são de vital importância, uma vez que são atividades subjacentes indispensáveis à P&D, tais como: prospecção, monitoramento e avaliação de tecnologia; estudos de viabilidade técnico-econômica; ensaios, testes e análises técnicas; e manutenção de equipamentos de P&D, conforme Tabela 12 (Anexo 9.2).

Objetivando complementar suas atividades de P&D, as empresas também fazem Aquisição de Tecnologias (ET7) na forma de serviços de assistência técnica de P&D e aquisição de direitos relacionados com novos produtos e processos, por exemplo. Por não

³² Considerando o total das despesas em P&D&E (somatório dos gastos em P&D, Serviços Tecnológicos, Aquisição de Tecnologias e Engenharia Não Rotineira), este percentual sobe para aproximadamente 3%, por empresa (Tabela 20 - Anexo 9.3).

ser o foco principal da atividade inovativa, as empresas da amostra demonstraram um esforço moderado (Tabela 12 - Anexo 9.2) em relação aos gastos em tais atividades (Tabela 4).

Tabela 4: Desempenho da estrutura tecnológica

Variável Quantitativa	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Dimensão 1</i>						
ET1	1.647.000 (n=3)	2.013.492 (n=4)	2.557.767 (n=4)	2.835.600 (n=5)	3.388.771 (n=4)	4.221.435 (n=4)
ET2 a ET6	313.000 (n=2)	244.385 (n=4)	126.000 (n=4)	381.400 (n=5)	584.320 (n=3)	381.962 (n=3)
ET7	189.666 (n=3)	214.655 (n=4)	115.000 (n=4)	60.000 (n=5)	202.500 (n=2)	372.575 (n=2)
ET8	3.610.333 (n=3)	4.927.630 (n=4)	5.042.010 (n=4)	2.423.000 (n=5)	2.436.500 (n=4)	803.519 (n=4)
ET9	1,62 (n=1)	0,96 (n=2)	0,63 (n=1)	n.d.	9,80 (n=3)	6,44 (n=4)
<i>Dimensão 2</i>						
ET10	118,20 (n=2)	96,13 (n=3)	93,83 (n=3)	128,30 (n=2)	107,15 (n=3)	114,60 (n=4)
ET11	44,54 (n=2)	45,20 (n=3)	45,78 (n=3)	42,05 (n=2)	48,59 (n=3)	47,40 (n=4)
ET12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Dimensão 3</i>						
ET13	98,38 (n=1)	99,04 (n=2)	99,37 (n=1)	91,33 (n=3)	90,20 (n=3)	93,56 (n=4)
ET14	1.881,00 (n=2)	1.330,67 (n=3)	1.309,00 (n=3)	1.881,00 (n=2)	385,75 (n=4)	870,75 (n=4)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números)

Por outro lado, as atividades relacionadas à chamada Engenharia Não Rotineira (ENR) assumem um papel essencial para o desempenho das atividades de P&D. O *feedback* entre P&D e ENR permite que as empresas façam maior uso sistemático de habilidades de engenharia e experiências daqueles envolvidos na produção ao longo da seqüência das atividades de desenvolvimento associadas com a introdução de novos produtos, inclusive com aspectos singulares do, eventual, processo de manufatura (Rosenberg, 1994). ENR envolve o *design* de novos produtos e processos e de novos projetos, a confecção e as

mudanças de ferramental a ser utilizado em novos produtos e processos (ANPEI, 1998). De fato, os gastos, por empresa, em Engenharia não Rotineira (ET8) têm sido expressivos se comparados com aqueles em P&D (ET1), como exhibe a Tabela 4: os gastos, por empresa, em ENR somaram US\$ 3.202.165, na média do período de 1993 a 1998. Consultando as empresas da amostra a respeito disto, elas confirmaram um considerável comprometimento com esta área no processo de inovação (Tabela 12).

Outro aspecto relacionado à estrutura tecnológica diz respeito à capacitação de recursos humanos. Os programas de capacitação de recursos humanos têm sido, freqüentemente, executados, em sua maior parte, pelas próprias empresas consultadas e, em parte, por universidades, institutos tecnológicos e empresas de consultoria especializadas (Tabela 6, Questão 2 - Anexo 9.1). São programas de treinamento e desenvolvimento profissional do pessoal técnico e administrativo que ou são realizados internamente ou financiado, em parte, pelas empresas. Um reflexo desta política de desenvolvimento profissional está no elevado nível de especialidade profissional dos funcionários alocados nas atividades de P&D&E, bem como no alto nível de formação profissional deles (Tabela 4). Na média do período de 1993 a 1998, 110 funcionários (ET10), por empresa, estiveram envolvidos nas atividades de P&D&E (Pesquisa e Desenvolvimento e Engenharia). Deste total, 95 profissionais, por empresa, possuíam formação de nível superior, incluindo Mestrado e Doutorado. Em relação às atividades de P&D, o número de funcionários envolvidos diretamente em Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental representou 48 profissionais, por empresa. A maioria deles, aproximadamente 39 pesquisadores, por empresa, possuíam nível superior, incluindo Mestrado e Doutorado (ET11).

Por último, cabe destacar a capacidade instalada de P&D como outra dimensão da estrutura tecnológica para representar os recursos físicos envolvidos. Neste sentido, consideram-se o Investimento de Capital gasto em Ativo Fixo (ET13) e a área física construída para laboratórios de P&D&E (ET14). Levando em conta a média do período entre 1993 e 1998, 95% do total do Investimento de Capital (US\$ 9.804.082), por empresa, foram investidos em Ativo Fixo. No mesmo período, a área física construída para laboratório de P&D&E, por empresa, foi de 1.276m², em média (Tabela 4). Isto ilustra o esforço considerável com que boa parte das empresas pesquisadas está empenhada para construir uma infra-estrutura de inovação tecnológica.

- Capacidades organizacionais

As capacidades organizacionais funcionam como um complemento às capacidades de desenvolvimento ou tecnológicas. Elas dependem, em parte, do exercício das habilidades dos indivíduos e, em parte, do desempenho de uma rotina organizacional (Nelson e Winter, 1982). Desta forma, as capacidades organizacionais assumem o papel de promover a *integração* do exercício das habilidades individuais com o funcionamento da rotina organizacional da firma, no sentido de manter uma memória organizacional (registro de experiências internas e externas bem sucedidas ou melhores práticas). Isto implica *coordenação* de diversas atividades (como desenvolvimento, manufatura e *marketing*, por exemplo), baseada em *relações estáveis* intra-firma e inter-firmas dependentes da *cooperação* e de *acordos* de licença, alianças, grupos e agrupamentos (*clusters*) das partes envolvidas no processo de desenvolvimento de produto e processo.

A coordenação baseada em relacionamentos pela cooperação pode estar refletida nos trabalhos em equipes operacionalizados pela firma. Todas as firmas pesquisadas apontaram os atributos que geralmente facilitam a cooperação entre os membros de equipes de trabalho, quais sejam: experiência de trabalho em conjunto; conhecimento e confiança mútua entre os membros; facilidade de resolução conjunta de problemas técnicos e organizacionais; oportunidade de compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos e preocupações; e formatação de metas/objetivos em comum (Tabela 13 - Anexo 9.2). Por outro lado, a cooperação baseada em relacionamentos por meio de acordos possibilita a colaboração de membros de outras firmas envolvidas. As principais vantagens deste tipo de cooperação, segundo as empresas consultadas, estão na oportunidade de trabalhar em conjunto para resolver eventuais problemas técnicos de produção, desenvolver e melhorar processos, produtos e especificações e estabelecer a confiança em fornecedores, bem como no gerenciamento do custo do transporte e estoque, percepção das necessidades dos consumidores e, inclusive, compartilhamento e transferência de tecnologias através da troca de informações, desenhos, ferramentas ou pessoal (Tabela 14 - Anexo 9.2)

As capacidades organizacionais podem ser detectadas pela coordenação de atividades dirigidas de inovação tecnológica desenvolvidas pelas próprias empresas e, também, por outras instituições externas. As inovações obtidas pelas empresas são, comumente, decorrentes de um processo de desenvolvimento, que envolve a concepção e execução de projetos de inovação tecnológica. Estes projetos, geralmente, compreendem uma seqüência de atividades dentro de um ciclo bem definido. O desenvolvimento de projetos, normalmente, começa com uma avaliação das idéias que os originam (concepção),

passando por uma análise de viabilidade técnica e financeira e uma freqüente avaliação de desempenho, até se chegar à etapa de execução propriamente dita.

Conforme uma empresa entrevistada, dada a grande quantidade de projetos, o processo de seleção de projetos requer 'planejamento' para classificá-los, de acordo com o grau de complexidade de gerenciamento, de um lado, e tecnológica, de outro. Independente do tamanho do projeto, cada um tem uma equipe mais ou menos dedicada. O processo de desenvolvimento de projetos funciona como um "*pipeline*", isto é, ele é análogo a uma "canalização", que possui entrada, processo e saída. Na entrada, existe um fórum de classificação para avaliar, segundo critérios pré-estabelecidos, se a idéia é boa ou não, se ela é financeiramente atrativa, e assim por diante. Uma vez aceita a idéia, ela entra na rotina para ser processada e executada pela equipe específica.

Portanto, o relato da experiência da firma mencionada acima mostra a importância de uma organização estrutural do processo de desenvolvimento requerer uma estrutura física (pessoas, laboratórios e outros recursos materiais) e fixa (equipes permanentes ou dedicadas, grupos de trabalho e tecnologias). São equipes multifuncionais, nas quais todos trabalham nas diversas interfaces dos projetos, mas elas têm em comum vários profissionais com a mesma especialidade disciplinar em diferentes tipos de projetos. Outro aspecto importante deste processo é a integração das diversas áreas da empresa obtida em função da origem funcional do pessoal alocado nas equipes. Em projetos menores, por exemplo, as pessoas vêm do *marketing*, manufatura, materiais/suprimentos, ou seja, a cadeia produtiva inteira está presente nestas equipes.

Dito isto, cabe analisar os recursos comprometidos em P&D e P&D&E, que, de uma maneira ou de outra, são formalmente organizados, a exemplo do que acontece no caso relatado acima. De acordo com a Tabela 5, o percentual de projetos concluídos (CO1), por

empresa, de inovação tecnológica, em relação ao total de projetos encerrados (projetos concluídos mais projetos interrompidos por razões técnicas, comerciais ou outras), apresentou uma taxa relativamente alta, em torno de 64% ao longo do período analisado³³. Considerando que, na média do período entre 1993 e 1998, 48 funcionários, aproximadamente, foram alocados em P&D, por empresa (Tabela 22 - Anexo 9.3), e considerando que as despesas em P&D por pessoal alocado a essa atividade (CO2) ficaram ao redor de US\$ 60.000, por empresa (Tabela 5); todo este esforço implica intensa coordenação não só para mobilizar, treinar e formar pessoal técnico especializado e reunir recursos materiais (matérias-primas, materiais de consumo, comunicação, transporte, etc.), como, também, para explorar os recursos tecnológicos envolvidos com inovação (trabalhos de Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental).

Tabela 5: Desempenho das capacidades organizacionais

Variável Quantitativa	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Dimensão 1</i>						
CO1	64,67 (n=3)	65,00 (n=3)	68,75 (n=4)	46,25 (n=4)	68,75 (n=4)	68,75 (n=4)
CO2	33.094,44 (n=3)	41.536,73 (n=4)	53.357,31 (n=3)	77.648,11 (n=2)	85.672,31 (n=3)	67.408,14 (n=4)
CO3	535.714,29 (n=1)	75.962,75 (n=3)	85.936,45 (n=3)	80.787,22 (n=2)	34.040,40 (n=2)	29.561,66 (n=2)
CO4	21,83 (n=1)	16,57 (n=2)	12,97 (n=1)	83,86 (n=3)	49,87 (n=3)	66,60 (n=4)
CO5	n.d.	46,52 (n=2)	38,46 (n=1)	91,26 (n=3)	79,51 (n=2)	70,73 (n=2)
<i>Dimensão 2</i>						
CO6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números)

³³ Se considerar o caso da empresa entrevistada, o número de projetos aprovados por ano é bastante elevado, uma vez que ela desenvolve, ao longo dos últimos anos, cerca de 300 a 400 projetos pequenos, 100 projetos médios, 20 grandes e de 5 a 10 projetos tecnológicos. Os projetos pequenos e médios são considerados pela empresa projetos envolvendo mudanças incrementais, enquanto que os projetos grandes e tecnológicos envolvem mudanças maiores, isto é, implicam alto grau de complexidade de gerenciamento e tecnológica).

Igualmente, considerando P&D&E, como um todo, o elevado grau de complexidade das interações que ocorrem dentro da empresa sugere uma coordenação muito mais intensa entre os recursos humanos e materiais e as diversas atividades relacionadas à pesquisa e desenvolvimento executadas interna e externamente, tais como Serviços tecnológicos, Engenharia Não Rotineira e Investimento de Capital.

- **Mecanismos de incentivos**

Aliados à estrutura tecnológica, os mecanismos de incentivos são indispensáveis para o funcionamento de atividades de pesquisa. Os sistemas de incentivos são baseados em programas e campanhas de resolução de problemas pelos empregados, em trabalhos em equipes inter-funcionais, em mobilização de recursos, em acordos e contratos entre firmas (fornecedores, produtores e distribuidores), em licenças para transferência de tecnologias, e assim por diante.

Os mecanismos de incentivos têm importantes implicações para o processo de desenvolvimento. As empresas da mostra têm se demonstrado ativas em atividades de desenvolvimento, estimulando iniciativas próprias de resolução de problemas técnicos e organizacionais (Tabela 13 - Anexo 9.2) e, também, buscando a cooperação de colaboradores membros de outras empresas para a resolução de problemas técnicos de produção (Tabela 14 - Anexo 9.2). Nestas circunstâncias, as empresas têm obtido relacionamentos relativamente estáveis no que diz respeito à cooperação com clientes/usuários, fornecedores de insumos e equipamentos, serviços de pós-venda e, inclusive, centros de pesquisas. Estas empresas, também, têm procurado outras formas de incentivos para estimular a inovação, como, por exemplo, formação de equipes com

diferentes especialidades funcionais, bem como rotação de pessoal de equipes específicas entre departamentos e a coordenação de diferentes tecnologias (Tabela 15 - Anexo 9.2).

Tais mecanismos de incentivos propiciam não só o compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos e preocupações, mas também a definição de metas e objetivos em comum (Tabela 13 - Anexo 9.2). Grupos funcionalmente mobilizados permitem estimular a estreita comunicação entre especialistas funcionalmente separados, fortalecendo, assim, a consciência de uma comunhão de interesses que flui de relações estáveis e duradouras. A rotatividade facilita a troca de experiências, torna público problemas específicos e aumenta a retenção de informações e a formação de objetivos comuns. Enfim, tudo isso cria as condições de "apropriabilidade" dos benefícios das inovações, tais como patentes, segredo industrial, *lead times* e custo e tempo requeridos para duplicação.

6.1.2 Padrão de mudança técnica

Como tem sido sugerido por Dosi (1988, p. 1145), o padrão de inovação tende a seguir "trajetórias" um tanto irreversíveis definidas por um conjunto específico de conhecimento e *expertise*". Especificamente, ao enfatizar o papel da tecnologia na determinação das atividades futuras da firma e, em particular, de suas linhas de produto futuras, Pavitt (1984, p. 367) considera as trajetórias tecnológicas das firmas como função das atividades principais delas.

Neste sentido, as firmas fornecedoras, que produzem equipamentos e instrumentação, são altamente especializadas (diversificação tecnológica relativamente pequena) e, por isso, mantêm um relacionamento muito próximo e complementar com

diversos usuários, geralmente firmas grandes. Tais fornecedores fornecem aos seus consumidores conhecimento e experiência especializados como um resultado do desenvolvimento e construção de máquinas, equipamentos, etc. Sendo assim, segundo Pavitt (1984, p. 359), "as trajetórias tecnológicas são, portanto, mais fortemente orientadas em direção à inovação de produto para aumento de desempenho e menos em direção à inovação de processo para redução de custo".

Para Rosenberg (1994, p. 126-7), "o curso contínuo de pequenas melhorias é, freqüentemente, a essência do sucesso no processo competitivo". Igualmente, Pavitt (1984, p. 359) sugere que "o sucesso competitivo das firmas fornecedoras especializadas depende, em grande medida, das habilidades específicas à firma refletidas em melhorias contínuas em desenho e confiabilidade do produto e da habilidade em responder sensível e rapidamente às necessidades dos usuários". Todavia, tais melhorias, por sua vez, são condicionadas por alguns atributos de desempenho típicos de "exemplares" que caracterizam um "paradigma tecnológico". Estes exemplares, em especial, possuem certas características tecno-econômicas particulares, que são influenciadas por necessidades a serem satisfeitas, bem como por princípios científicos e tecnologia material a serem utilizados no processo de busca inovativa. Logo, o esforço de melhoria contínua do produto por parte de uma firma obedece a um padrão de mudança técnica (padrão de solução de problemas tecno-econômicos selecionados) conduzido por um paradigma tecnológico estabelecido no setor industrial, no qual ela atua (Dosi, 1988).

Dito isto, a busca inovativa tende a selecionar certas características tecnológicas diante da amplitude da dimensão do escopo de características ou requerimentos técnicos demandados por consumidores e usuários de produtos finais, máquinas, componentes, etc. A natureza seletiva da atividade inovativa é responsável por transportar o escopo de

características do plano real (características de n-dimensões) para o plano ideal (características imaginárias ou especulativas). Por exemplo, "engenheiros tipicamente tentam melhorar as características desejáveis que são específicas a certo produto, ferramenta ou aparelho, tendo em mente os *trade-offs* entre eles" (Dosi, 1988, p. 1129). Portanto, com base em evidências históricas, Rosenberg (1976) menciona que um importante impulso à inovação tem derivado de *desequilíbrios* entre dimensões técnicas envolvidos nos processos produtivos.

Em síntese, a atividade inovativa de uma firma implica acumulação de conhecimento tecnológico que incorpora um paradigma tecnológico, o qual, por sua vez, é responsável pela natureza relativamente ordenada do padrão de inovação que ela tende a observar em nível de tecnologias individuais.

Para as empresas fornecedoras especializadas, cujo relacionamento com usuários de seus produtos é visto como uma importante fonte de aprendizado (os usuários proporcionam experiência operacional, facilidades de teste e até mesmo desenho e desenvolvimento de recursos), o domínio de uma tecnologia particular (engenharia mecânica) é fortemente dependente de um paradigma tecnológico específico. Isto, por outro lado, permite que elas, por serem altamente especializadas, acompanhem ou examinem de perto os padrões de mudança técnica, pois, assim, conseguem adquirir novos conhecimentos e protegê-los, sempre que possível, contra a rápida difusão deles para os competidores (Dosi, 1988).

Dentro da competência dos gerentes (inclusive dos empresários), interados com as propriedades dos recursos a sua disposição (inclusive suas próprias habilidades), existe uma consciência (*crença*) de que há muito a saber sobre os seus recursos e que mais conhecimento melhoraria a eficiência e lucratividade das suas firmas (Penrose, 1959).

Dentro do domínio das atividades de investigação dedicadas às restrições do processo produtivo, há, no mundo real, pressões ou forças que conduzem ações empreendedoras preocupadas em empregar corretamente os recursos da firma e em buscar novas técnicas de redução de gastos, bem como em atacar as limitações mais restritivas das atividades produtivas correntes (Rosenberg, 1976). Se existem circunstâncias nas quais há questionamentos e formulação de problemas técnicos³⁴, a respeito das potencialidades dos recursos, e pressões tecnológicas, então *serviços produtivos não conhecidos e não usados*, inerentes àqueles recursos (Penrose, 1959), e *desequilíbrios técnicos* evidentes na maioria dos processos produtivos mecânicos (Rosenberg, 1976), tornam-se de considerável importância por várias razões: primeiro, porque tanto a *crença* que tais serviços produtivos existem como os *sinais* que os processos produtivos emitem agem como um incentivo para adquirir novo conhecimento; segundo, porque os serviços produtivos não conhecidos e não usados formam o escopo e a direção da busca por conhecimento (Penrose, 1959, p. 77); e, por último, porque as tecnologias complexas criam compulsões e pressões internas que, por sua vez, iniciam a atividade de investigação em direções determinadas (Rosenberg, 1976, p. 124).

Por conseguinte, o esforço de busca ou de investigação pode assumir a forma de pesquisa sobre características de um recurso particular ou de pesquisa sobre a maneira de combinar características já conhecidas de diferentes recursos. O processo de solução inovativa de problemas ou *desequilíbrios técnicos* pode ser, aqui, exemplificado através da história do desenvolvimento de alguns produtos das empresas analisadas no presente trabalho, conforme a seguir.

³⁴ Penrose (1959, p. 77) assume que os homens de negócio dizem a si mesmo, em relação a um recurso particular: 'haveria alguma maneira na qual eu poderia usar aquele recurso?'. Rosenberg (1976, p. 124) menciona que no setor de bens de capital, por exemplo, sempre há aquele que diz: "espero ser capaz de conseguir um benefício se eu puder produzir um novo mecanismo que se adapte a certas especificações".

- Compressor hermético

Os sistemas de refrigeração utilizam vários tipos de compressores que basicamente são classificados, segundo aspectos mecânico e funcional: compressores alternativos, compressores rotativos, compressores centrífugos e compressores helicoidais. Os compressores alternativos são amplamente usados, abrangendo todas as potências e aplicações. Os compressores alternativos são divididos em três tipos básicos, de acordo com aplicações comerciais e industriais: abertos, herméticos ou selados e semi-herméticos. Os *compressores herméticos*, ao contrário dos demais, são mais utilizados em todas as aplicações de refrigeração doméstica e algumas da comercial por oferecerem não só vantagens de preço mais baixo, mas, sobretudo, vantagens relacionadas a aspectos mecânicos (Torreira, 1979, p. 379).

Basicamente, o ciclo de funcionamento dos compressores alternativos não tem se alterado muito desde sua origem. O compressor é uma bomba de deslocamento positivo, que aspira e descarrega o vapor refrigerante em um ciclo de compressão (cursos alternados de sucção e compressão, variando a pressão). Ele é "(...) adequado para pequenos volumes de deslocamento, sendo bastante eficiente nas altas pressões de condensação e com elevadas razões de compressão" (Torreira, 1979, p. 381).

Os compressores alternativos historicamente são operados por motores elétricos como impulsores dos compressores. Problemas (desequilíbrios) técnicos relacionados à montagem do conjunto "motor-compressor" resultaram no projeto e construção de três variantes do mesmo produto: *compressores abertos*, *compressores herméticos* e *compressores semi-herméticos*.

Os compressores abertos são operados por motores independentes e, juntos, são montados com outros "conjuntos parciais". Esta combinação é denominada "unidades condensadoras" (para pequenas capacidades), cuja função no sistema é a de recuperar o vapor e transformá-lo novamente para o estado líquido. Eles podem, também, ser montados sobre bases especiais para aplicações industriais. Este tipo de compressor facilita a manutenção; os motores elétricos podem ser facilmente removidos e reparados, em caso de acidentes, bem como os motores podem ser, eventualmente, substituídos por outros super-dimensionados, capazes de trabalhar sob severas condições exigidas pelas variações de tensão e frequência da corrente elétrica. Entretanto, os compressores abertos comumente apresentam desgaste no selo de vedação, deixando escapar o fluido refrigerante. Embora a operação de substituição ou complementação deste fluido seja fácil e exija relativamente pouca técnica, os problemas acima mencionados acarretam não só custos de manutenção, mas, também, prejuízo à confiabilidade do produto (Torreira, 1979).

Em contrapartida, os compressores herméticos surgiram para dispensar qualquer manutenção e evitar problemas de escapamento do gás; consiste em um sistema de refrigeração no qual todas as juntas são soldadas (sistema hermeticamente selado), dispensando o uso de válvulas, conexões rosqueadas e, inclusive, juntas por onde poderia haver um escapamento de refrigerante ou uma entrada de ar. Tendo sido projetado para pequena capacidade, este tipo de compressor é, relativamente, mais barato. Eles são empregados em refrigeradores comerciais pequenos e na quase totalidade de refrigeradores domésticos e condicionadores de ar do tipo janela devido, sobretudo, às características de seus motores elétricos. Sendo o conjunto motor-compressor montado dentro de uma caixa-selada, estes motores foram projetados economicamente para ocuparem o menor espaço.

Antes, os motores dos compressores herméticos apresentavam alguns inconvenientes, mas, atualmente, isto já não é mais um problema sério na medida em que eles foram progressivamente melhorados no processo de desenvolvimento do produto. Como tinham uma potência limitada, eles mal toleravam uma variação de tensão elétrica de mais ou menos 10% da nominal. Além disso, eram operados dispositivos de arranque muito sensíveis; eles queimavam-se facilmente, apesar dos protetores termo-elétricos. Uma vez queimado, toda a unidade deve ser trocada, pois a substituição ou conserto do motor torna-se uma tarefa difícil e cara por se tratar de uma caixa-selada (Torreira, 1979).

Por fim, surgiu outro compressor do tipo híbrido - uma combinação dos herméticos com abertos - que foi projetado e construído justamente para tentar eliminar os inconvenientes mencionados acima. Os denominados compressores semi-herméticos possuem um motor elétrico incorporado, porém as partes do conjunto motor-compressor são parafusadas com vedação hermética, permitindo que elas sejam desmontadas para revisão interna, por eventuais defeitos. Este tipo de compressor tem, ao contrário dos abertos, a vantagem de não permitir o vazamento de gás através do selo de vedação, mas tem, a exemplo dos herméticos, as desvantagens salientadas acima, inclusive de preço mais alto (Torreira, 1979).

Certamente, a aplicação generalizada dos compressores herméticos em refrigeração pequena se deve, antes de tudo, ao mérito da própria concepção do projeto em desenvolver um compressor pequeno, compacto, livre de manutenção³⁵ e, não menos importante, mais

³⁵ O serviço de manutenção e reparo neste tipo de sistema consiste unicamente em sujeitar o relé, o termostato e as ligações elétricas a testes relativamente simples (Torreira, 1979, p. 412).

barato. Apesar dos demais compressores alternativos, o predomínio dos compressores herméticos, ao longo do tempo, requereu sucessivos esforços de melhoria contínua do produto, permitindo a superação de certos problemas técnicos. Por exemplo, a limitação da potência do motor de não suportar altas variações de tensão elétrica e a sensibilidade dos dispositivos de arranque, queimando-se com facilidade, eram os problemas mais importantes apontados por Torreira (1979), mas há evidências de que eles logo foram resolvidos. O compressor PW, por exemplo, começou a ser fabricado no Brasil por uma das empresas pesquisadas, mas com tecnologia dinamarquesa, em 1971, e ele vem sendo reconhecido, segundo a própria empresa, pela confiabilidade em condições adversas de utilização, tais como: flutuações de tensão e altas temperaturas ambientais (Quadro 10).

Portanto, tendo em vista a busca por aperfeiçoamentos técnicos, os compressores herméticos se tornaram, em prejuízo dos outros alternativos, uma opção (*exemplar*) mais viável técnica e economicamente, no sistema de refrigeração atual. Este tipo de compressor oferece certas vantagens, que são, ainda hoje, consideradas importantes. O compressor hermético não requer nenhum tipo de manutenção porque são completamente selados, evitando, assim, qualquer escapamento do gás. Aliado a isto, as novas tecnologias nele incorporadas estenderam consideravelmente sua vida útil, em torno de quinze anos (Macedo, 2001). Além disso, ele é relativamente mais barato, pode ser facilmente substituído, por eventuais defeitos, e apresenta baixos níveis de ruído e vibração. O reflexo disto está na grande diferenciação do produto por parte das empresas, que fabricam uma variedade de modelos de compressores, cada qual com versões de diferentes capacidades e eficiências.

O primeiro tipo de aparelho para produção mecânica de gelo foi construído, em 1755, por Willian Cullen. Este aparelho era baseado no princípio da máquina a vácuo,

onde um vácuo, obtido por meio da máquina, permitiu que o líquido refrigerante fervesse a uma temperatura suficientemente baixa para assegurar os resultados desejados³⁶ (Macintire e Hutchinson, 1963). Em 1834, Jacob Perkins construiu a primeira máquina de refrigeração prática (manual), usando o ciclo de compressão. Esta máquina foi concebida para empregar éter sulfúrico (C_2H_2O), mas nunca passou de um estágio experimental.

Cullen usava em sua máquina a água como refrigerante líquido³⁷. No sistema de refrigeração, a água deve atingir seu ponto de ebulição. Como a ebulição à pressão atmosférica 212° F (100° C) não torna a água apta para ser empregada como refrigerante, a água pode ser fervida a uma temperatura inferior a 100° C, diminuindo a pressão de vapor em sua superfície, mediante o emprego de uma bomba a vácuo (Moyer e Fittz, 1952). Entre 1830 e 1890, os progressos efetuados na refrigeração mecânica foram relativamente escassos. Até 1950, usava-se ácido sulfúrico para absorver o vapor da água, possibilitando, desse modo, condições de operação menos severas do que eram necessárias com a bomba de ar. Em 1845, Dr. John Gorrie desenvolveu a máquina com ar frio, usando um cilindro fechado e um cilindro de expansão. Outros aperfeiçoamentos se seguiram até que, em 1857, James Harrison conseguiu resultados práticos com o éter sulfúrico, obtendo sucesso na produção de refrigeração para cervejarias e aperfeiçoamento de máquinas para refrigeração de alimentos e outros produtos perecíveis (Macintire e Hutchinson, 1963, p. 422). Nos vinte anos seguintes, novos desenvolvimentos se sucederam com relação ao refrigerante a ser utilizado pelos compressores. Diante das restrições práticas, os

³⁶ No sistema de compressão, obtém-se a refrigeração mediante um processo de compressão, condensação, expansão e evaporação. Durante o funcionamento do compressor, o vapor do refrigerante, à baixa pressão, é absorvido das serpentinas de esfriamento do evaporador, no qual o refrigerante líquido tenha sido previamente evaporado. Sendo logo comprimido, a uma pressão maior, com o objetivo de elevar a temperatura de condensação, o vapor do refrigerante se descarrega, à elevada pressão, no condensador, através de uma válvula (Moyer e Fittz, 1952, p. 13).

³⁷ Refrigerante é um fluido empregado como agente de resfriamento em refrigeração. Ele é um líquido que ferve a uma temperatura mais baixa do que a que prevalece usualmente dentro de uma geladeira (Moyer e Fittz, 1952, p. 4)

refrigerantes que mais despertaram interesse, na época, pela *Great Britain* e Estados Unidos, foram, primeiramente, amônia, dióxido sulfúrico e dióxido de carbono e, depois, *methyl chloride* (CH₃Cl), *dichlorodifluoromethane* (CCl₂F₂), *methylene chloride* (CH₂Cl₂), *dichloroethylene* (C₂H₂Cl₂) [Macintire e Hutchinson, 1963, p. 423].

A investigação que conduziu o desenvolvimento do ciclo de compressão de Jacob Perkins para a refrigeração mecânica teve um grande impulso a partir do problema (desequilíbrio técnico) enfrentado pelos fabricantes de equipamentos de refrigeração, entre os anos 1890 e 1900. Durante este período, o mercado de refrigeração passou a demandar compressores de pequena capacidade e mais rápidos³⁸. Entretanto, os compressores não podiam se tornar mais velozes caso se continuasse construindo-os baseados no vapor como força motriz.

Com a introdução do motor elétrico nos primeiros anos de século XX, não só se elevou consideravelmente a velocidade dos compressores, como, também, mudou-se materialmente todo o *design* e alguns mecanismos e componentes do compressor. Os compressores passaram, então, a serem impulsionados diretamente por motores elétricos ou indiretamente por corréas de transmissão acionadas por motores elétricos.

A disponibilidade do motor elétrico rapidamente gerou uma série de problemas envolvidos no conjunto motor-compressor. Este importante caso de desequilíbrio tecnológico pode ser ilustrado com a exemplificação de Moyer e Fittz (1952, p. 13) sobre o intenso efeito de dois motores elétricos, denotados como E e M, sobre um compressor horizontal, típico da época.

³⁸ Os primeiros compressores eram muito lentos, operando de 50 a 55 rpm. Ainda se produziam máquinas grandes com uma capacidade de 1000 toneladas de refrigeração.

"O intenso efeito de direção do motor elétrico E [motor do compressor] torna-se necessário para que a impulsão rotacional do motor elétrico se adapte ao movimento recíproco do compressor. O motor M [motor de arranque] se emprega somente para o arranque. Uma vez posto o compressor em movimento, sua impulsão cai por conta do motor síncrono E."

Nas primeiras décadas do século XX, os aperfeiçoamentos feitos de certos mecanismos automáticos, principalmente de regulagem, possibilitaram a construção de máquinas de refrigeração automática. Quando as válvulas de fechamento automático e outros mecanismos de segurança estavam se tornando mais ou menos comum, surgiu o compressor inteiramente automático. Os principais atrativos do compressor automático eram, em princípio, custo e segurança e, em consequência disto, livres de custo de manutenção ou necessidade de acompanhamento técnico. Ademais, ele era de simples construção.

Segundo Macintire e Hutchinson (1963, p. 464): "isto significou o uso do condensador resfriado a ar e uma tendência em direção ao lacre hermético do motor e compressor". Além disso, os refrigerantes não irritantes foram preferidos, tais como *methyl formate* (C₂H₄O₂), *methylene chloride* (CH₂Cl₂), *dichlorotetrafluoromethane* (CCl₂F₄) e *dichlorodifluoromethane* (CCl₂F₂). O compressor hermeticamente selado dispensa o uso de válvula de expansão para o controle de refrigerante líquido e, emprega, em vez disso, uma linha de líquido de diâmetro reduzido, que circula em um tubo capilar (Torreira, 1979).

O sucesso de um dos primeiros compressores herméticos em unidades de até 10 toneladas de capacidade foi o compressor Audiffern-Singrun. Cada unidade deve necessariamente ser ajustada de modo que o motor possa acionar diretamente o compressor e o motor terá de ser exposto à refrigeração, de modo que o calor gerado pela

rotação e fricção do motor será transportado por meio de vapor, passando para o condensador. O motor operava a 1760 rpm (Macintire e Hutchinson, 1963, p. 466).

A partir da década de 70, a tendência da evolução dos compressores herméticos foi no sentido de buscar uma alta eficiência e de um funcionamento de confiança dentro dos limites de pequenas dimensões externas (tamanho) e, inclusive, de procurar atender as demandas de segurança e de uma vida útil razoavelmente econômica. Os avanços nos compressores herméticos resultaram, em grande parte, dos desequilíbrios entre motor elétrico e compressor. Os aperfeiçoamentos em desenho e operação dos compressores herméticos requereram motores elétricos menores, um motor elétrico de arranque com potência ajustada à cilindrada do compressor, ajustamento das condições de partida, etc.

De fato, o desenvolvimento dos compressores pela empresa considerada dependeu de investigações e pesquisas não só para se adaptar às necessidades de aplicação dos produtos (compressores da família F, por exemplo, apresentam níveis de eficiência elevados e muito utilizados em países que controlam padrões de consumo de energia - quadro 10), mas, também, investigações para adaptar maior geração de frio a menos consumo de energia dos compressores. Tudo isto foi um importante estímulo para o desenvolvimento de mecanismos de refrigeração.

- **Máquina-ferramenta**

Para uma maior compreensão dos principais desequilíbrios tecnológicos envolvidos nos aperfeiçoamentos da máquina-ferramenta, cabe tomar emprestada a descrição analítica de Rosenberg (1976) sobre os episódios históricos que deram origem às mudanças tecnológicas no setor industrial, ao qual a máquina-ferramenta pertence. Um dos exemplos

utilizados por Rosenberg (1976), para explicar os efeitos dos desequilíbrios técnicos sobre a direção das mudanças tecnológicas, foi a introdução, no início do século XX, do 'aço extra-rápido' (liga de aço composta de tungstênio, vanádio e cromo). Este tipo de invento foi importante porque causou um grande impacto no desenho e construção das máquinas-ferramenta de então.

Primeiramente, o aço extra-rápido revolucionou as ferramentas de corte, uma vez que "elevou a dureza a quente das ferramentas de corte e, portanto, tornou possível remover o metal, cortando a velocidades altíssimas, e também dando cortes mais rigorosos no metal" (Rosenberg, 1976, p. 126). Com isso, surgiram máquinas-ferramenta capazes de suportar as tensões e forças e de proporcionar a suficiente velocidade nos seus outros componentes. Os tornos, por exemplo, passaram a ter os bancos e cursores mais pesados, os alimentadores mais poderosos, os cones impulsores começaram a ser desenhados para correias mais largas do que antes, e assim por diante. Portanto, a descoberta das propriedades do aço extra-rápido melhorou as características das ferramentas de corte, que juntos transformaram as máquinas-ferramenta em instrumentos mais pesados, rápidos e rígidos, aumentando, assim, as perspectivas de suas operações práticas e facilitando sua introdução em novos usos. Tudo isto pode ser resumido da seguinte forma:

"Grande parte do progresso nas máquinas-ferramenta resultou da geração de desequilíbrios entre as máquinas-ferramenta e as ferramentas de corte. Os aperfeiçoamentos na ferramenta de corte requeriam máquinas de mais potência, rigidez, capacidades para resistir tensões, etc. Os aperfeiçoamentos no desenho e operação das máquinas eram, por outro lado, inúteis sem aperfeiçoamento das ferramentas de corte." (Rosenberg, 1976, p. 127)

A exemplo da tentativa de se adaptar às novas necessidades do aço extra-rápido, o intenso esforço requerido para adaptar velocidade e alimentadores à maior capacidade de corte da ferramenta foi o grande responsável pelo desenvolvimento dos mecanismos de mudança de velocidade, a despeito da polia escalonada ou múltipla. De um modo geral, o emprego do aço extra-rápido na ferramenta de corte gerou, imediatamente, uma reestruturação completa dos componentes interdependentes das máquinas ferramenta, especialmente, em três elementos básicos, segundo Rosenberg (1976, p. 128): (1) elementos estruturais ou de armação, cuja função é conduzir e dar suporte ao trabalho e à ferramenta; (2) elementos de transmissão que dão ao trabalho ou à ferramenta, ou a ambos, movimentos para formar ou dar forma ao trabalho que há de se produzir; e (3) elementos de controle para ajustar os elementos estruturais uns aos outros, proporcionalmente, e controlar a função da transmissão para mover a ferramenta ou o trabalho ou ambos.

Estas seqüências compulsivas (desenvolvimento sistemático) estão baseadas na interdependência existente entre componentes de um sistema, como foi evidenciada por Rosenberg (1976). A noção de "interdependência" traz uma semelhança à noção de "mudança recíproca" sugerida aqui. Para Penrose (1959, p. 78): "os serviços que os recursos irão gerar dependem das capacidades do homem que os usa, mas o desenvolvimento das capacidades do homem é, em parte, formado pelos recursos que o homem manuseia." Similarmente, Rosenberg (1976, p. 128) argumenta: "o conhecimento dos desequilíbrios entre componentes tem conduzido de maneira contínua a investigação de possibilidades de correção, cujo resultado final levou a importantes melhorias na produtividade." Em outras palavras, as soluções inovativas (serviços produtivos) a serem geradas dependem da atividade de investigação levada a cabo pelo pessoal técnico competente (capacidades do homem), mas esta busca inovativa é impulsionada ou

pressionada internamente pela relação crítica entre componentes (tecnologias complexas ou combinação de recursos), cujos desequilíbrios técnicos tendem a ser corrigidos.

Em particular, com a contínua utilização dos materiais usados nas ferramentas de corte, os aperfeiçoamentos das ferramentas de corte se direcionaram tanto para a busca de novos materiais *cortantes* usados para ferramentas de corte quanto para o conhecimento da propriedade dos materiais *usináveis* de se deixarem trabalhar com ferramentas de corte (usinabilidade dos materiais).

O primeiro aspecto relacionado aos aperfeiçoamentos das ferramentas de corte envolve a combinação material de corte e a ferramenta de corte. Baseado nas progressivas investigações sobre as propriedades dos materiais de corte, definiram-se alguns requerimentos básicos para uma criteriosa escolha do adequado material de corte a ser usado de acordo com a sua aplicação pela ferramenta de corte. As exigências básicas são, segundo Stemmer (1995, p. 78): (a) elevada dureza a frio bem superior à da peça usinada; (b) elevada dureza a quente; (c) tenacidade para resistir a consideráveis esforços de corte e impactos; (d) resistência à abrasão; (e) estabilidade química; e (f) facilidade de obtenção a preços econômicos. Não existe ainda um material de corte que reúna todas estas qualidades no mais alto grau; se um material é superior em algumas propriedades, por outro lado, é inferior em outras.

Os materiais de corte podem ser aplicados em cada trabalho específico conforme suas qualidades; eles podem oferecer aplicações fundamentais ou secundárias (uso em ferramentas pequenas, simples ou não duráveis). Basicamente, os materiais de corte podem ser classificados em oito grupos: aços ferramenta, aços (extra)rápidos comuns, aços rápidos com cobalto, ligas fundidas, carbonetos sintetizados, cerâmica, diamantes e nitreto de boro cristalino cúbico (CBN) [Stemmer, 1995, 78].

Até 1900, os aços ferramenta (aços com teores de 0,8 a 1,5 de carbono) eram os mais comuns na confecção de ferramentas de corte. A qualidade deles pode ser melhorada se sua composição for modificada pela adição de pequenas quantidades de cromo, vanádio e tungstênio, mas, mesmo assim, perdem em dureza quando submetidos a temperaturas acima de 250°C. Depois da descoberta, em 1900, dos aços rápidos comuns, foram introduzidas algumas modificações na composição básica (liga de tungstênio, vanádio e cromo) deste tipo de aço, tornando-o mais resistente à abrasão ou ao choque e, desse modo, permitindo aos aços rápidos velocidades de corte bem mais elevadas e maior vida da ferramenta. Desde então, iniciou-se uma série de melhorias das características do aço rápido pela adição de outros elementos, porém, com o intuito de limitar as variedades de aços rápidos oferecidos no mercado, a norma ISO/DIS 4957 padronizou os aços rápidos em diferentes tipos. A norma brasileira NRB/DIS 6189 (1982) padronizou 16 aços rápidos classificados em Aços Rápidos ao Bolibdênio, Aços Rápidos ao Tungstênio e outros Aços Rápidos (Stemmer, 1995, p. 80). E assim surgiram os demais materiais de corte para diferentes casos de aplicação.

Outro aspecto que contribui para aperfeiçoamentos das ferramentas de corte diz respeito à "usinabilidade" dos materiais - propriedade dos materiais de se deixarem trabalhar com ferramentas de corte. No processo de usinagem, freqüentemente ocorre uma série de problemas técnicos relacionados, sobretudo, ao conjunto máquina-ferramenta-peça. Por exemplo, 'desgaste rápido ou super-aquecimento da ferramenta, "empastamento" ou "enganchamento" da ferramenta pelo material da peça, "lascamento" do gume de corte, mau acabamento superficial da peça usinada, necessidade de grandes forças ou potências de corte, etc.' (Stemmer, 1995, p. 126). Logo, o esforço de melhoria da qualidade e o desempenho do trabalho de usinagem dependem, também, do entendimento de alguns

fatores fundamentais que permitem avaliar a facilidade com que um determinado material se deixa usinar. Pelo menos três critérios de avaliação do grau de usinabilidade devem ser respeitados: (1) vida da ferramenta; (2) força de corte e potência consumida; e (3) acabamento. Assim, no trabalho de usinagem, segundo Stemmer (1995, p. 127), "as forças e potência necessárias limitam as dimensões máximas do corte e, portanto, o volume de material removido por hora-máquina. Além disso, em certas peças, a exigência de um acabamento de alta qualidade pode ser causa da rejeição, influenciando, assim, no custo da usinagem".

Depois daquela reestruturação completa dos componentes das máquinas-ferramenta, em termos de elementos estruturais, de transmissão e controle, a introdução do "Comando Numérico" (CN), em torno de 1950, representou um dos maiores desenvolvimentos tecnológicos em máquinas ferramenta. O CN introduziu um novo 'elemento de comando' em substituição aos controles convencionais de máquinas. Ao contrário dos equipamentos convencionais, os equipamentos comandados com controle numérico não necessitam de acessórios que proporcionem o controle dos movimentos da máquina, tais como gabaritos, cames, limites, etc. e, até mesmo, da interferência direta do operador. Conforme Machado (1990, p. 19): "estes movimentos são comandados através de dados de entrada, que determinam os movimentos a serem executados, proporcionado ao equipamento e à peça uma condição bastante favorável, quando operado com equipamento convencional ..."

Esta solução inovativa resultou de uma atividade de investigação iniciada pela necessidade de adaptação aos novos conceitos de fabricação, tais como baixo custo de fabricação, pequenos lotes de produção, produtos geometricamente complexos e de

precisão, menor espaço de tempo entre projeto do produto e fabricação. Nesta perspectiva, as máquinas convencionais não satisfaziam plenamente tais necessidades.

Juntamente com o desenvolvimento dos computadores foi possível a pesquisa de máquinas operatrizes comandadas numericamente. Este controle através de números é, na prática, a chave de todas as propriedades de máquinas controladas numericamente, que se diferenciam das máquinas convencionais. Estas máquinas comandadas numericamente tornaram possível de serem produzidas, a baixo custo de fabricação, peças de alto grau de complexidade e precisão, as quais, algumas vezes, eram impossíveis de serem obtidas em equipamentos convencionais." (Machado, 1990, p. 16)

Dessa forma, o CN empregado nas máquinas equipadas permitiu dinamizar o processo de fabricação das máquinas-ferramenta, diminuindo sensivelmente o tempo de fabricação, o material em processamento disponível para as esperas e transportes, além disso, contribuindo para a racionalização do trabalho e qualidade do serviço.

O primeiro esforço organizado para a aplicação do controle numérico em máquinas operatrizes iniciou-se em 1949, no Laboratório de Servo Mecanismo do Instituto Tecnologia de Massachusetts (M.I.T.), associado a U.S. Air Force e Persons Corporation of Traverse City, de Michigan (Machado, 1990). A partir de então, surgiu uma série de desenvolvimentos sobre o CN que levou à aplicação dos modernos Comando Numérico Computadorizado (CNC) nas máquinas operatrizes de usinagem em substituição aos comandos constituídos e projetados para uma função específica. O CNC, cujo comando é um microcomputador ou microprocessador, surgiu, por volta de 1970, para superar alguns inconvenientes apresentados pelo CN. Por exemplo, se for necessário acrescentar um recurso a mais no sistema, no caso do CNC, basta instalar um programa, enquanto no caso do CN,

este recurso adicional implica aumento de circuitos eletrônicos e componentes, ou seja, aumento físico do comando. Outra vantagem do CNC é a sua capacidade de armazenar programas.

Com base na concepção do CNC, surgiu o Comando Numérico Distribuído (DNC), que possibilita controlar uma rede de máquinas com CN ou CNC conectadas por uma unidade central de computador. Ademais, outros avanços ocorreram com rapidez no que diz respeito aos programas dos computadores - sistema CAD/CAM. O CAD (Computer Aided Design) ou PAC (Projeto Auxiliado por Computador) consiste na utilização de computadores e de programas computacionais como auxílio em qualquer uma das fases de concepção e desenvolvimento de um produto. O CAM (Computer Aided Manufacturing) ou MAC (Manufatura Auxiliada por Computador) consiste no emprego do computador como auxílio no controle de processo e no suporte à produção. Uma função importante do CAM é o gerenciamento de toda unidade fabril, envolvendo máquinas-ferramenta com CNC, sistemas DNC, máquinas transportadoras, robôs, equipamentos de controle de qualidade, sistemas de gestão de produção, e assim por diante (Guimarães, 1995).

6.1.3 Padrão de aprendizagem

Tendo em vista as formulações teóricas e as evidências concretas anteriormente mencionadas, pode-se dizer que a maioria das inovações desenvolvidas pelas *firmas fornecedoras especializadas* se refere às *inovações de produto*. Desse modo, as inovações de produto estão fortemente associadas à natureza "*aplicada*" da tecnologia específica às *firmas fornecedoras especializadas*. Em outras palavras, o desenvolvimento de inovações

de produto neste tipo de firmas depende de como as inovações são *usadas* em setores *diferentes* daquele no qual elas foram *produzidas*.

O processo de aprendizagem envolvido nas firmas fornecedoras especializadas em engenharia de instrumentos e mecânica dispõe de contribuições não só da tecnologia *in-house*, mas, também, de externalidades. Isto é, o processo de aprendizagem destas firmas incorpora no estoque de conhecimento delas uma parte relativamente importante de elementos de conhecimento nas formas pública e universal, mas que são complementares às formas tácita e específica.

Em engenharia mecânica, o desenvolvimento tecnológico de compressores para uso doméstico, por exemplo, contou com uma parte, consideravelmente importante, da base de conhecimento proveniente de uma variada fonte de conhecimentos tácito e específico:

- 1) sobre o desempenho de gerações anteriores de compressores herméticos (aprender por fazer);
- 2) das condições de uso deles em refrigeradores e ar condicionados (aprender por usar);
- 3) de requerimentos produtivos dos usuários da linha branca (aprender pela interação);
- 4) das falhas de produtos (aprender pela falha); e
- 5) das exigências dos consumidores e especificações técnicas (aprender do mercado).

Outra parte, relativamente importante, da base de conhecimento destas firmas decorre do conhecimento nas formas pública e universal: da experimentação e avaliação em laboratórios de P&D (aprender por estudar). Cada uma destas fontes de aprendizagem será examinada, a seguir, de acordo com relatos de experiências de empresas estudadas e episódios históricos relacionados aos seus respectivos produtos.

- Aprender por fazer

Este tipo de aprendizagem decorre da experiência específica à firma e, comumente, está associada à atividade de manufatura. No caso da produção de compressores herméticos, uma vez aprendido com a montagem, a produção e a utilização de um produto que incorporava tecnologia estrangeira (Danfoss S.A.), a empresa pesquisada, anteriormente mencionada, aprendeu a desenvolver sua própria tecnologia tanto em *design* quanto em manufatura do produto. Após o lançamento do primeiro compressor (compressor EM), em 1987, com tecnologia totalmente desenvolvida internamente, inúmeros outros modelos com diferentes versões têm sido desenvolvidos. Apesar de ter projetado um pouco mais de setecentos modelos de compressores, a empresa fabrica atualmente 14 famílias de compressores que agrupam diferentes versões (Macedo, 2001).

Ao longo do tempo, a empresa experimentou um importante processo de evolução tecnológica, cujos resultados representaram significativas inovações de produto em relação ao consumo de energia, ruído, vibração, potência, tamanho, etc. Por exemplo, em 1980, um compressor FF produzia 3,8 Btu (*British Thermal unit*) para cada KW/hora e, hoje, o compressor EGU faz 5,8 Btu com a mesma energia - um aumento na eficiência energética em torno de 35% (Corrêa, 2000, p. 103). O Quadro 10 mostra a evolução histórica das principais inovações de produto da empresa.

Segundo Chandler (1992, p. 83), a estratégia, a longo prazo, de mover-se rapidamente em áreas distintas, geograficamente, é normalmente baseada, em parte, no aprendizado acumulado pelas experiências em economia de escala. A empresa fabricante de compressores aqui analisada vem adotando, desde a década de 90, uma estratégia agressiva de crescimento de suas plantas industriais, em nível mundial, ampliando suas unidades

industriais em alguns países, tais como Itália, Eslováquia e China. A empresa conta, também, com escritórios nos Estados Unidos e em Cingapura, além de diversas centrais de distribuição, estrategicamente localizadas.

Quadro 10: Principais famílias de compressores de uma empresa da amostra

Famílias	Histórico
PW	É o compressor mais antigo produzido pela empresa, sendo reconhecido pela confiabilidade em condições adversas de utilização, tais como flutuações de tensão e altas temperaturas ambientais.
F	Apresentam níveis de eficiência elevados e são mais utilizados em países que apresentam padrões de consumo de energia bastante severos.
EM	Produzido no Brasil, desde 1987, e na Itália, a partir de 1996. É o compressor mais importante da empresa e, por isto, é considerado o compressor mundial da empresa.
BP	É um compressor mini e apresenta grande facilidade de instalação.
NB	Apresenta grande nível de eficiência com grande redução de ruído, vibração e pulsação.
E	Apresentam duas linhas: uma para refrigeradores e <i>freezers</i> de grande porte e outra para máquinas de gelo, bebedouros, resfriadores de bebidas e desumidificadores.
T/J	Destinados a aplicações comerciais e de ar condicionados e podem utilizar uma ampla gama de ares refrigerantes.
ECN	Desenvolvido, através do intercâmbio com funcionários chineses, brasileiros e italianos, para o mercado asiático. Apresenta baixo nível de ruído e menor consumo de energia. Está no mercado em quatro versões, das quais três delas adaptáveis a gases que não contêm CFC.
VCC	Os Compressores com Capacidade Variável (VCC) caracterizam-se pela eliminação de paradas e partidas, redução de até 40% no consumo de energia e melhor conservação.
EG	Apresentam padrões de alto desempenho, qualidade e confiabilidade, caracterizando-se pelos baixos níveis de ruído e vibração.

Fonte: Macedo (2001, p. 111)

Líder no mercado nacional, na década de 80, a empresa conquistou mercados em todos os continentes e, nos primeiros anos da década de 90, decidiu estender suas bases produtivas no exterior, tornando-se assim um efetivo competidor e líder no mercado global (25% de participação). De acordo com a própria empresa, atualmente, emprega mais de 9

mil pessoas em todo o mundo e alia o talento de seus recursos humanos ao investimento contínuo em tecnologia, consolidando-se como fornecedora de excelência. Confiabilidade, eficiência e operação silenciosa fazem com que os compressores dela sejam cada vez mais os preferidos das grandes montadoras mundiais de eletrodomésticos e equipamentos de refrigeração comercial.

Logo no início da construção de sua fábrica, a empresa planejou produzir, a curto prazo, 3 milhões de unidades por ano, um nível maior do que o consumo do país (em 1971, a produção de refrigeradores se aproximava a 700 mil), pois abaixo dessa capacidade de produção, tornava-se inviável para o tipo de indústria que a empresa começou a atuar. Em 1987, a empresa já atingia a produção de 5 milhões de unidades por ano, conquistando uma participação no mercado mundial de 10% (Bertola, 1987). Nos últimos anos, o número de compressores vendidos por ano é significativamente importante: 19,5 milhões de unidades, em 1998, e 21,4 milhões de unidades, em 1999 (Macedo, 2001, p. 116).

Outro aspecto importante que está baseado neste tipo de aprendizagem está vinculado aos ganhos de produtividade. Nos últimos anos, os índices de produtividade, em termos tanto de faturamento quanto de produção, têm evoluído significativamente. Por exemplo, o índice de faturamento por trabalhador aumentou de US\$ 43.000, em 1989, para US\$ 95.000, em 1999. Igualmente, o índice de produção por trabalhador passou de 105 compressores, em 1989, para 140, em 1993, chegando a 220, em 1999 (Macedo, 2001, p. 114).

- Aprender por usar

A aprendizagem aqui se refere às melhorias contínuas do produto na medida em que ele está sendo usado. Nestas circunstâncias, algumas características do produto final são modificadas com base na experiência dos usuários, mas sempre levando-se em conta os conhecimentos científicos e de engenharia *in-house*. Dessa forma, o processo de *aprender por usar* é fortemente dependente, não só da experiência e treinamento interno, mas, também, dos canais de *comunicação* entre produtor e usuário, estabelecidos, especificamente, para o desenvolvimento e melhoria de processos, produtos e especificações técnicas, bem como para a resolução de problemas técnicos de produção.

Em 1971, os compressores herméticos eram, em grande parte, importados e a produção local era muito limitada, cuja qualidade não equivalia à internacional. A produção de compressores no Brasil teve um grande impulso a partir de 1974, tornando-se um marco no fornecimento do compressor nacional para os principais fabricantes de refrigeradores do país, atualmente conhecidos pelas famosas marcas da linha branca, tais como Consul, Prosdócimo e Brastemp. Embora a empresa analisada tenha iniciado o processo de substituição de importação de compressores no país, ela tinha ainda que importar tecnologias da empresa dinamarquesa Danfoss S.A., mediante acordo firmado, em 1971, para a transferência de *know-how* técnico na produção e assistência técnica de compressores.

Nesta fase, o processo de aprendizagem da empresa era muito insipiente, pois se limitava a absorver tecnologia desenvolvida por outra empresa. Todavia, ao mesmo tempo que ganhava conhecimento transmitido de outrem (*conhecimento externo*), a empresa começou a acumular conhecimento, que dependia das pessoas ou grupos de pessoas,

resultante da experiência própria em fabricar compressores (*conhecimento interno*). Sendo assim, como a empresa pode aprender parte do conhecimento de uma empresa que já tinha experiência com usuários/consumidores de outros países, isto permitiu que ela ajustasse seus produtos aos requerimentos dos usuários e a exigências de consumidores dos países desenvolvidos. Pode-se citar o exemplo dos dois compressores fabricados em parceria entre as duas empresas. O primeiro compressor fabricado (compressor PW), em 1974, possui uma característica muito requerida pelos fabricantes de refrigeradores, isto é, a confiabilidade em condições adversas de utilização (flutuações de tensão e altas temperaturas ambientais, por exemplo). O outro compressor, o FF, produzido em 1983, apresenta níveis de eficiência elevados e é mais utilizado em países com severos padrões de consumo de energia.

Conforme Rodolpho Bertola, um executivo que ocupou a função de superintendente da empresa, os primeiros desafios, em relação aos concorrentes tradicionais, estavam associados, principalmente, a três fatores: de qualidade, tecnológico e mercadológico. Em função disso, a empresa começou a investir pesadamente em capacitação tecnológica para tornar seu produto mais competitivo no mercado internacional. Estes investimentos permitiram a empresa atender às rigorosas especificações internacionais de funcionamento e durabilidade, bem como implantar uma estrutura tecnológica para desenvolver seu projeto inovador, em termos eletroeletrônico - alta eficiência, baixo consumo de energia e custo compatível ao nível dos preços internacionais (Bertola, 1987).

Em resumo, as necessidades e expectativas do cliente internacional eram, basicamente, três: primeiro, tecnologia, qualidade e preços competitivos; depois, assistência técnico-comercial, assessoramento, apoio promocional e de relações públicas e fornecimento de prazo certo. Como parte do atendimento aos clientes, a empresa investiu intensamente em

treinamento de sua equipe no país e no exterior, em equipamentos de controle sofisticados e em laboratórios para experimentação dos produtos do cliente. O desafio de conquistar participação no mercado internacional estimulou a empresa a adotar, desde o início, uma filosofia de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Como resultado, atualmente, a empresa possui uma boa aceitação do seu produto por mais de 23 indústrias (tais como Whirlpool, Frigidaire, Bosch-Siemens e Sharp), em cerca de 60 países, devido aos seguintes fatores: controle de qualidade, pesquisa e desenvolvimento do produto e equipamento de produção, além de equipe treinada e motivada e dos convênios de pesquisa em universidades e institutos do país e do exterior (Bertola, 1987; Corriea, 2000; Macedo, 2001)

- Aprender pela interação

O aprendizado pela interação decorre do envolvimento direto do produtor e do usuário, através dos fluxos de bens e serviços, no processo inovativo de um dado produto. Este processo de aprendizagem envolve ambos, *aprender por usar*, do lado do produtor, e *aprender por fazer*, do lado do usuário. O sucesso da inovação e da competitividade, além de depender de uma política de desembolso em P&D *in-house*, está associado a outros fatores determinados pelo sistema nacional de inovação e produção.

Com o intuito de desenvolver novas tecnologias no sentido de acompanhar o forte desempenho da indústria de refrigeração, a empresa vem investindo (em torno de 3% do faturamento), desde o início, em pesquisa e desenvolvimento, adquirindo equipamentos e treinando pessoal. Segundo informações disponibilizadas pela empresa, ela possui um centro de P&D que conta com o suporte de 23 laboratórios espalhados em todo o mundo,

equipados com a mais moderna tecnologia para pesquisa, medição e diagnóstico e com avançados *softwares* para simulações e experimentações. Ela dispõe de uma equipe de mais de 300 engenheiros e técnicos, que trabalha de forma integrada, buscando fornecer os mais avançados produtos aos principais fabricantes mundiais de sistemas de refrigeração. A maioria deste pessoal, em torno de 60%, possui nível superior, dos quais cerca de 30% com titulação de mestrado e doutorado. O restante do pessoal tem formação de nível médio e técnico voltada para compressores (Macedo, 2001, p. 106). Portanto, o sucesso competitivo da empresa está fortemente baseado na qualidade de seus profissionais, em termos de formação e treinamento. Os recursos que ela tem em laboratórios, tais como em acústica, metrologia, eletrônica, são reconhecidos internacionalmente.

Outro fator importante de interação, no processo de aprendizagem, são os acordos de cooperação científica e tecnológica que a empresa tem firmado com laboratórios de universidades e centros de pesquisa. Desde 1981, a empresa possui convênios com a Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente, mantém acordos em diversas áreas: Núcleo de Pesquisa em Refrigeração, Ventilação e Ar Condicionado; Grupo de concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos; Instituto de Eletrônica de Potência, Laboratório de Vibrações e Acústica e Departamento de Química. Além disso, ela possui outros convênios no país, com a Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de Campinas. A partir de 1985, a empresa fez os primeiros acordos com universidades e centros de pesquisa do exterior: University of Purdue, nos Estados Unidos, e Laboratoire d'Electronique Industrielle de Toulouse, na França. Hoje, a empresa estabelece uma rede de cooperação que inclui, além da University of Purdue (USA), University of Maryland (USA), Argonne National Laboratory (USA), National Institute of Standards and

Technology (USA), University of Glasgow (Escócia) e Fraunhofer Institut (Alemanha) [Corrêa, 2000, p. 87; Macedo, 2001, p. 110].

- Aprender pela falha

Aprender pela falha consiste, basicamente, em modificar os produtos falhados, uma vez que foram rejeitados pelo mercado. Nestes casos, a empresa Alfa oferece um bom exemplo prático do esforço em solucionar eventuais problemas relacionados ao funcionamento de compressores. Contando com a colaboração dos clientes, a empresa introduziu um programa denominado "*Tear Down Analysis*" (TDA), que se constitui na análise dos compressores rejeitados pelo mercado. Este programa foi executado primeiro, em 1991, na unidade de negócios nos Estados Unidos e, mais tarde, em 1999, implementado no Brasil, envolvendo clientes como Electrolux e Bosch, por exemplo. De acordo com Corrêa (2000, p. 104), "no TDA, os compressores são abertos e, de forma transparente, discute-se o que pode ter provocado as falhas e quais as medidas a serem tomadas." Aliado a isto, a empresa, também, realiza experimentos, em laboratórios, com produtos dos clientes, bem como desenvolve protótipos de seus produtos para testá-los em condições ideais de funcionamento, corrigindo eventuais problemas.

- Aprender do mercado

Finalmente, outro tipo de aprendizado vem de informações sobre condições de mercado, gostos e atitudes dos consumidores, redes de serviços, preços, etc. O *feedback*

mais próximo entre manufatura e *marketing* permite definir especificações e desenvolver ambos, produto e processo.

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, dos requerimentos dos clientes em constante mudança, dos consumidores mais exigentes e das especificações internacionais mais rigorosas, os fabricantes de compressores são pressionados a adaptarem seus produtos aos novos padrões de qualidade e de desempenho. Mais recentemente, os compressores sofreram algumas melhorias, tornando-se, além de mais econômicos e eficientes, mais ecológicos. Por exemplo, o rigor da legislação internacional vem obrigando os fabricantes a não utilizarem em seus compressores gases à base de cloro-flúor-cromo (CFC), pois eles estão comprometendo a camada de ozônio. Como alternativa, as empresas tiveram que substituir o CFC pelo HFC, gases à base de hidro-flúor-cromo.

6.2 Considerações Finais

A aplicação da estrutura de análise previamente elaborada se mostrou compatível com os exemplos de casos apresentados. Mediante a análise do comportamento de um grupo de empresas do setor mecânico brasileiro, pode-se afirmar que a dinâmica das capacidades de desenvolvimento é facilmente identificada em empresas ativamente empenhadas em inovações incrementais para se protegerem, a longo prazo, efetivamente contra a competição direta e indireta de novos produtos.

O esforço de desenvolvimento, pelo qual a interação e a combinação de recursos tangíveis e intangíveis ocorrem, tem sido conduzido, em nível organizacional, pelas empresas através da construção de capacidades de desenvolvimento, sendo específicas a cada firma. A mudança recíproca dos recursos específicos à firma dependeu, em grande

medida, de um processo dispendioso de investigação (pesquisa) ou de uma busca contínua para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias.

A maioria das empresas pesquisadas tem manifestado uma grande capacidade de desenvolver conhecimentos e habilidades ligados à integração (capacidades organizacionais), à interação (mecanismos de incentivos) e à sistematização (estrutura tecnológica) de seus recursos disponíveis. Além do que, de acordo com a narrativa dos episódios históricos descritos anteriormente, foi possível entender como o padrão de mudança técnica e o padrão de aprendizagem (fatores econômicos e tecnológicos), ambos específicos às empresas fornecedoras especializadas do setor mecânico, influenciaram o desenvolvimento de seus produtos e processos.

As características das capacidades de desenvolvimento foram evidenciadas na forma pela qual o processo inovativo tem sido organizado pelas empresas. Em termos de *especificidade*, o modo de organização do processo de busca por conhecimento das empresas tem apresentado um caráter específico à firma, haja vista a intensidade do esforço particular que elas têm atribuído ao *know-how* técnico em desenvolvimento de produtos, o qual envolve a coordenação de diferentes tecnologias por laboratórios de pesquisa. Em relação à *cumulatividade e irreversibilidade* (dependência de caminho), é possível associar a contínua busca das empresas por novos produtos e processos com a mesma importância que elas dão ao compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos e preocupações que os membros de equipes de trabalho possuem. Isto porque elas têm desenvolvido uma forte base de conhecimento *in-house* (*know-how* técnico). Outra característica presente no comportamento das empresas, que torna clara a capacidade de desenvolvimento delas, está no modo *sistemático* pelo qual as atividades de P&D são estruturadas.

Conforme Rosenberg (1994), a política das empresas de fortalecimento da *interface* entre desenvolvimento de produto (pesquisa) e engenharia de produção (manufatura) tem, em grande parte, contribuído para o bom desempenho de suas capacidades de desenvolvimento, tendo em vista o fluxo observado de dispêndios em Serviços Tecnológicos e Engenharia Não Rotineira. Deste modo, estimuladas pelo contínuo processo de melhorias e modificações menores, principalmente de seus produtos, estas empresas fornecedoras especializadas têm procurado manter uma integração das diferentes especialidades funcionais, uma estabilidade de *feedbacks* mais próximos, desde usuários até fornecedores, e, inclusive, um refinamento dos métodos de produção existentes.

No que diz respeito às fontes de conhecimento das capacidades de desenvolvimento, a atividade inovativa das empresas consideradas foi fortemente baseada em conhecimento específico *in-house*, caracterizado pela alta tacitidade e pela apropriabilidade parcial privada. Esta forma de conhecimento se manifestou nos intensos esforços por parte das firmas em acumular *know-how* em desenvolvimento de novos produtos e melhoria dos já existentes, em alocar uma proporção relativamente alta de funcionários que se dedicam à atividade de P&D. O conhecimento tecnológico *in-house* destas empresas tem estado fortemente vinculado às atividades de Pesquisa Aplicada, de Desenvolvimento Experimental e de Engenharia Não Rotineira. Além deste conhecimento interno, as empresas também contaram com uma contribuição do conhecimento externo, seja através de conhecimento comercializado de outras firmas (Aquisição de Capital e Investimento de Capital), seja de conhecimento gerado em universidades e institutos tecnológicos.

Em termos de estrutura tecnológica, a maioria das empresas possuem uma importante capacidade tecnológica, incluindo atividades de P&D (Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental), bem como atividades de suporte direto (Serviços

Tecnológicos), atividades complementares (Aquisição de Tecnologias) e outras atividades relacionadas à P&D (Engenharia Não Rotineira). A estrutura tecnológica destas empresas, também, bastante voltada para a capacitação de recursos humanos, freqüentemente tem sido executada, em grande parte, pelas próprias empresas e, poucas vezes, por universidades, institutos tecnológicos e empresas de consultoria especializadas. As universidades têm assumido um papel importante quanto ao desenvolvimento, além da pesquisa básica, da formação profissional do pessoal técnico e administrativo (graduação e pós-graduação). Em decorrência de tudo isto, as empresas construíram uma considerável capacidade instalada de P&D, em termos de Ativo Fixo (Investimento de Capital) e de laboratórios de P&D&E.

Outra variável das capacidades de desenvolvimento que merece destaque são as capacidades organizacionais, as quais estão detectadas pela coordenação de atividades dirigidas de inovação tecnológica desenvolvidas pelas próprias empresas e, também, por outras instituições externas. Algumas empresas consideradas apresentaram indícios de que, de uma maneira ou de outra, o processo de desenvolvimento é formalmente organizado através das capacidades organizacionais. A estrutura organizacional dos projetos de inovações tecnológicas é um exemplo disto. Nestas circunstâncias, o processo de desenvolvimento destas empresas tem exigido uma estrutura física (pessoas, laboratórios e outros recursos materiais) e fixa (equipes permanentes ou dedicadas, grupo de trabalhos e tecnologias). Equipes multifuncionais têm sido requeridas, em que todos trabalham nas diversas interfaces dos projetos, mas têm em comum vários profissionais com a mesma especialidade disciplinar em diferentes tipos de projetos. Além do que, o pessoal alocado em cada equipe costuma ser de diferentes áreas funcionais da empresa.

Por fim, a estrutura tecnológica das empresas da amostra tem contado com mecanismos de incentivos para auxiliar as atividades de pesquisa tecnológica. Os mecanismos de incentivos mais comuns foram o estímulo de iniciativas próprias de resolução de problemas técnicos e organizacionais e a busca de cooperação por parte de colaboradores de outras empresas para a resolução de problemas técnicos de produção. Conseqüentemente, relacionamentos estáveis foram sendo estabelecidos com respeito a clientes/usuários, fornecedores de insumos e equipamentos, serviços de pós-venda e, inclusive, centros de pesquisa. Tudo isto tem sido considerado fundamental para o compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimentos e preocupações, bem como para a definição de objetivos e metas em comum.

Dito isto, cabe destacar a importância do padrão de mudança técnica na condução do processo de desenvolvimento, ou seja, cada tecnologia exerce um papel importante na determinação das atividades futuras da firma (trajetória tecnológica) e, em particular, de suas linhas de produtos (atividades essenciais).

A atividade inovativa de uma firma implica acumulação de conhecimento tecnológico que incorpora um paradigma tecnológico, o qual, por sua vez, é responsável pela natureza relativamente ordenada do padrão de inovação que ela tende a observar em nível de tecnologias individuais.

As firmas fornecedoras, que produzem equipamentos e instrumentação, são altamente especializadas (diversificação tecnológica relativamente pequena) e, por isto, mantêm um relacionamento muito próximo e complementar com diversos usuários, geralmente firmas grandes. Para as empresas fornecedoras especializadas, cujo relacionamento com usuários de seus produtos é visto como uma importante fonte de aprendizado (os usuários proporcionam experiência operacional, facilidades de teste e até

mesmo desenho e desenvolvimento de recursos), o domínio de uma tecnologia particular (engenharia mecânica) é fortemente dependente de um paradigma tecnológico específico. Isto, por outro lado, permite que elas, por serem altamente especializadas, acompanhem ou examinem de perto os padrões de mudança técnico, pois, assim, conseguem adquirir novos conhecimentos e protegê-los, sempre que possível, contra a rápida difusão deles para os competidores (Dosi, 1988).

Se existem circunstâncias nas quais há questionamentos e formulação de problemas técnicos, a respeito das potencialidades dos recursos, e pressões tecnológicas, então *serviços produtivos não conhecidos e não usados*, inerentes àqueles recursos (Penrose, 1959), e *desequilíbrios técnicos* evidentes na maioria dos processos produtivos mecânicos (Rosenberg, 1976), ambos tornam-se de considerável importância por agirem, não apenas como um incentivo original para adquirir novo conhecimento, mas também como uma indução da atividade de investigação em direções determinadas. Em outras palavras, o processo de busca inovativa é visto como um processo de solução de problemas ou *desequilíbrios técnicos* relacionados aos produtos e processos, como mostra os exemplos a seguir.

Os compressores alternativos historicamente são operados por motores elétricos como impulsores dos compressores. Problemas (*desequilíbrios*) técnicos relacionados à montagem do conjunto "motor-compressor" resultaram no projeto e construção de três variantes do mesmo produto: *compressores abertos*, *compressores herméticos* e *compressores semi-herméticos*. A aplicação generalizada dos compressores herméticos em refrigeração pequena se deveu, antes de tudo, ao mérito da própria concepção do projeto

em desenvolver um compressor pequeno, compacto, livre de manutenção³⁹ e, não menos importante, mais barato.

A despeito dos demais compressores alternativos, o predomínio dos compressores herméticos, ao longo do tempo, requereu sucessivos esforços de melhoria do produto, permitindo a superação de certos problemas técnicos. Por exemplo, a limitação da potência do motor de não suportar altas variações de tensão elétrica, e a sensibilidade dos dispositivos de arranque, queimando-se com facilidade, eram os problemas mais importantes apontados por Torreira (1979), mas há evidências de que eles logo foram resolvidos. O compressor PW, por exemplo, começou a ser fabricado no Brasil por uma das empresas pesquisadas, porém com tecnologia dinamarquesa, em 1971, e ele vem sendo reconhecido, segundo a própria empresa, pela confiabilidade em condições adversas de utilização, tais como: flutuações de tensão e altas temperaturas ambientais. Portanto, tendo em vista a busca por aperfeiçoamentos técnicos, os compressores herméticos se tornaram, em prejuízo dos outros alternativos, uma opção (*exemplar*) mais viável técnica e economicamente, no sistema de refrigeração atual.

No caso da máquina-ferramenta, o emprego do aço extra-rápido na ferramenta de corte gerou, imediatamente, uma reestruturação completa dos seus componentes interdependentes, principalmente, em três elementos básicos, segundo Rosenberg (1976, p. 128): (1) elementos estruturais ou de armação, cuja função é conduzir e dar suporte ao

³⁹ O serviço de manutenção e reparo, neste tipo de sistema, consiste unicamente em sujeitar o relé, o termostato e as ligações elétricas a testes relativamente simples (Torreira, 1979, p. 412).

trabalho e à ferramenta; (2) elementos de transmissão que dão ao trabalho ou à ferramenta, ou a ambos, movimentos para formar ou dar forma ao trabalho que há de se produzir; e (3) elementos de controle para ajustar os elementos estruturais uns aos outros, proporcionalmente, e controlar a função da transmissão para mover a ferramenta ou o trabalho ou ambos.

Em particular, com o contínuo emprego dos materiais usados nas ferramentas de corte, os aperfeiçoamentos das referidas ferramentas se direcionaram tanto para a busca de novos materiais *cortantes* quanto para o conhecimento da propriedade dos materiais *usináveis* de se deixarem trabalhar com ferramentas de corte (usinabilidade dos materiais).

Depois da reestruturação completa dos componentes das máquinas-ferramenta, em termos de elementos estruturais, de transmissão e controle, a introdução do "Comando Numérico" (CN), em torno de 1950, representou um dos maiores desenvolvimentos tecnológicos em máquinas-ferramenta. O CN introduziu um novo 'elemento de comando' em substituição aos controles convencionais de máquinas. Esta solução inovativa resultou de uma atividade de investigação iniciada pela necessidade de adaptação aos novos conceitos de fabricação, tais como baixo custo de fabricação, pequenos lotes de produção, produtos geometricamente complexos e de precisão, menor espaço de tempo entre projeto do produto e fabricação. Assim, o CN empregado nas máquinas equipadas permitiu dinamizar o processo de fabricação das máquinas-ferramenta, diminuindo sensivelmente o tempo de fabricação, o material em processamento disponível para as esperas e transportes, além disso, contribuindo para a racionalização do trabalho e qualidade do serviço.

A partir de então, surgiu uma série de desenvolvimentos sobre o CN que levou à aplicação dos modernos Comando Numérico Computadorizado (CNC) nas máquinas

operatrizes de usinagem em substituição aos comandos constituídos e projetados para uma função específica.

Outro fator importante na condução do processo de desenvolvimento é o padrão de aprendizagem. O processo de aprendizagem envolvido nas firmas fornecedoras especializadas em engenharia de instrumentos e mecânica dispõe de contribuições não só da tecnologia *in-house*, mas, também, de externalidades. Em outras palavras, o processo de aprendizagem destas firmas incorpora no estoque de conhecimento delas uma parte relativamente importante de elementos de conhecimento nas formas pública e universal, mas que são complementares às formas tácita e específica.

Em engenharia mecânica, o desenvolvimento tecnológico de compressores para uso doméstico, por exemplo, contou com uma parte, consideravelmente importante, da base de conhecimento proveniente de uma variada fonte de conhecimentos tácito e específico:

- 1) sobre o desempenho de gerações anteriores de compressores herméticos (aprender por fazer);
- 2) das condições de uso deles em refrigeradores e ar condicionados (aprender por usar);
- 3) de requerimentos produtivos dos usuários da linha branca (aprender pela interação);
- 4) das falhas de produtos (aprender pela falha); e
- 5) das exigências dos consumidores e especificações técnicas (aprender do mercado).

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

Tendo como objeto de análise os recursos internos em nível da firma individual, a perspectiva baseada em recursos, complementa o tipo de análise externa à firma. O aspecto-chave da estrutura de análise aqui proposta está fortemente relacionado à noção de "capacidades inovativas", no que diz respeito aos conhecimentos e habilidades muito mais relevantes ao emprego, interação e combinação dos recursos da firma (mudanças internas) do que às respostas inovativas às mudanças no regime tecnológico (mudanças externas). Por exemplo, em circunstâncias nas quais, mesmo na ausência de mudanças no mundo externo, existe um impelimento, um estímulo ou um incentivo contínuo inerente aos próprios recursos que pressionam mudanças não só no âmbito da firma como, também, no escopo e direção de seus negócios. Conforme Penrose (1959, p. 85), a potencialidade dos recursos é para a firma ao mesmo tempo um desafio para inovar, um incentivo para expandir e uma fonte de vantagem competitiva.

Os avanços incrementais em tecnologia comumente emergem da atividade de desenvolvimento. Em outras palavras, o poder cumulativo de mudanças incrementais e pequenas melhorias em produtos e processos capacita a firma para superar ou poupar esforços (dedicação, investimento e custo) em avanços tecnológicos contínuos e incrementais (vantagem tecnológica). Tendo esta perspectiva em mente, sugere-se que os recursos da firmas guardam uma relação de, ao mesmo tempo, dependência e provisão de tecnologias.

As contribuições deste trabalho avançam com respeito às capacidades inovativas e à sustentabilidade, em contraste com a visão mais comum, segundo a qual o conhecimento produzido por P&D depende de avanços tecnológicos descontínuos. A sustentabilidade da vantagem competitiva é vista como resultado do processo de busca inovativa por firmas que operam de acordo com a dinâmica das capacidades de desenvolvimento. Esta dinâmica específica à firma cria uma dificuldade de imitação (restrições complexa e tácita), pois o processo de "mudança recíproca" dos recursos é muito difícil de entender pelo fato de envolver conhecimento inovativo, que apresenta, em grande medida, uma natureza altamente tácita e características de apropriabilidade parcial privada (conhecimento tecnológico *in-house*).

Os efeitos econômicos (vantagem competitiva) do processo de desenvolvimento depende da dinâmica pela qual as capacidades de desenvolvimento são construídas. Tais capacidades, quando definidas apropriadamente, criam condições necessárias para a firma capturar novos conhecimentos, associa-los às novas habilidades, e, com isso, interagir com as novas combinações (novos usos) dos recursos disponíveis. As firmas que, de uma maneira ou de outra, ensaiam capacidades de desenvolvimento tendem a cultivar fontes *in-house* de conhecimento, sistematizar uma estrutura tecnológica adequada, integrar-se interna e externamente por meio de capacidades organizacionais e promover mecanismos de incentivos para compartilhar os recursos internos e protegê-los dos competidores.

As capacidades de desenvolvimento é caracterizada pelos *relacionamentos estáveis* que emergem do *processo de busca* contínua da firma para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias. No caso particular de uma das empresas fornecedoras especializadas, o desenvolvimento de produtos, envolve a coordenação de diferentes tecnologias por laboratórios de pesquisa *in-house*. Estes laboratórios são providos de

recursos materiais e tecnológicos e de pessoal técnico altamente especializados, cujas habilidades incluem análise de viabilidade técnica/funcional de novos produtos, *design*, execução de testes e confecção de protótipos, etc. (Desenvolvimento Experimental). Este processo de busca inovativa possibilita o compartilhamento de conhecimentos, experiências e resolução conjunta de problemas por equipes de trabalho, que têm uma forte base de conhecimento *in-house* (*know-how* técnico).

As idéias contidas neste trabalho são consistentes com a *Visão Baseada em Recursos*, mais particularmente com a versão associada à escola de pensamento "economia organizacional", que focaliza muito mais o *comportamento* do que o desempenho da firma. A versão baseada no comportamento é representada por E. Penrose, I. Dierickx e K. Coll, D. Teece, R. Nelson, S. Winter, C. K. Prahalad, G. Hamel, e outros. A Visão Baseada em Recursos tenta ligar o entendimento da vantagem competitiva e da dinâmica da vantagem competitiva às características dos recursos e como estas características mudam ao longo do tempo. A noção de "sustentabilidade" surgiu como função das "barreiras à imitação" dos recursos, ou seja, a sustentabilidade é alcançada desde que a condição básica de 'heterogeneidade' da vantagem competitiva seja preservada, durável e dependente de caminho.

A contribuição aqui dada à teoria baseada em recursos consiste em um modelo de análise dinâmico do desenvolvimento de recursos (aprendizagem de recursos) que combina a teoria sobre recursos com a teoria sobre aprendizado. Esta análise, fundamentada na visão subjetiva de Penrose (1959), tem propiciado uma interpretação adicional sobre a interação entre os recursos humanos e materiais (conhecimento continuamente criado). Em outras palavras, o desenvolvimento dos recursos pressupõe

que: *os serviços produtivos dos recursos mudam com mudança em conhecimento, mas o conhecimento muda, em parte, com a interação do homem com os recursos.*

Este trabalho está baseado na proposição de que a sustentabilidade da vantagem competitiva (vantagem tecnológica) depende do efeito cumulativo e contínuo do esforço de desenvolvimento em busca por conhecimento especializado em uma tecnologia que não seja em si muito específica a nenhum tipo particular de produto. A investigação sobre os recursos no processo de desenvolvimento certamente acelerará a produção de novos conhecimentos, que, por sua vez, novos recursos. Esta proposição assume grande importância na medida em que trás à luz o caráter relativamente estável ou regular do processo cumulativo e irreversível das capacidades inovativas. O aspecto essencial do sucesso, no processo inovativo, está no curso contínuo de melhorias pequenas e incrementais. O foco, aqui, está no atributo *estável* do comportamento da firma, ou seja, na noção de *dificuldade de mudança* de estrutura (como uma firma é organizada e governada), em termos de tempo e custo, e, por conseguinte, de capacidades *essenciais* - as coisas que uma firma é capaz de fazer tão bem.

Sendo assim, as capacidades de desenvolvimento podem ser uma fonte de sustentabilidade da vantagem competitiva, na medida em que esta noção envolve a natureza tácita e/ou intangível dos recursos da firma, tendo como destaque certas características-chave, tais como especificidade (Penrose, 1959; Nelson e Winter, 1982), dependência de caminho (Dosi *et al.*, 1992), cumulatividade, complexidade social (Dierickx e Cool, 1989) e ambigüidade causal (Lippman e Rumelt, 1982). As condições pelas quais as capacidades de desenvolvimento são *construídas* se assemelham às condições de imitabilidade incerta, mobilidade imperfeita e substituíbilidade imperfeita.

Dito isto, cabe ressaltar algumas implicações teóricas. Está claro que a abordagem baseada em recursos tem muito a avançar, principalmente sobre o legado de Penrose (1959) de que a possibilidade de usar (transformação e realce) os recursos muda com mudanças em conhecimento. Esta visão subjetiva sobre os recursos da firma tem sido reconhecida explicitamente por vários teóricos da firma e muitas idéias similares têm sido desenvolvidas por outros trabalhos, de forma independente ou de forma relativamente isolada.

Um ponto importante que merece destaque diz respeito ao papel dos fatores externos à firma. Mesmo que mudanças no mundo externo possam estimular a busca de novos produtos e novas maneiras de fazer as coisas, os fatores ambientais terão sucesso em mudar *radicalmente* a direção e os procedimentos do progresso técnico apenas *se e quando* eles forem capazes de assumir a emergência de novos paradigmas tecnológicos (Dosi, 1988, p. 1142). Do contrário, sendo as capacidades de desenvolvimento estimuladas ou incentivadas pelas mudanças internas (mudanças inerentes aos recursos), elas tendem a observar alguns fatores (ambientais) econômicos e tecnológicos, em termos de padrão de mudança técnica e padrão de aprendizagem, que são definidos por um paradigma tecnológico estabelecido. Ademais, parece haver uma certa negligência em não se admitir o significado econômico ou o poder cumulativo de inúmeras mudanças incrementais. Na verdade, o curso contínuo de pequenas melhorias tem se tornado o aspecto essencial do sucesso no processo competitivo.

Ambas, abordagem baseada em recursos e abordagem das capacidades organizacionais, entram na estrutura de análise a partir da visão de que o sucesso competitivo de uma firma depende, em grande parte, de suas capacidades inovativas em P&D, em particular das capacidades de desenvolvimento. Apesar da visão mais

comum de que a firma para construir vantagem competitiva deve dimensionar adequadamente os requerimentos para o rápido ajuste dos recursos (reconfiguração e transformação) em um mundo repleto de rápidas mudanças, incerto, complexo e com conflito organizacional. De acordo com esta visão, certas respostas inovativas dependem da taxa e do ritmo da mudança tecnológica e da natureza dos mercados e da competição (Amit e Schoemaker, 1993; Langlois, 1994; Teece *et al.*, 1997).

No que se refere à contribuição para a literatura sobre a economia da tecnologia, o desenvolvimento desta estrutura de análise teve a intenção de ser menos influenciado pela visão dominante, que vê o processo inovativo em termos schumpeteriano, na medida em que há uma preocupação excessiva com a "descontinuidade" e a "destruição criativa". Em outras palavras, o sucesso das firmas ou de setores particulares deve ser explicado menos pelas rupturas tecnológicas (inovações radicais) e mais pelo esforço sustentado e pequenas melhorias (inovações incrementais).

A necessidade de um redirecionamento da abordagem baseada em recursos não é uma tese nova (Mahoney, 1995). Spender (1992) acredita que o avanço da teoria baseada em recursos está no "aprendizado dos recursos" (p.e., recursos humanos aprendem sobre os serviços de outros recursos). Mahoney (1995) sugere uma combinação entre a abordagem baseada em recursos, abordagem do aprendizado organizacional e abordagem das capacidades dinâmicas. O presente trabalho propôs, por sua vez, uma combinação, a partir da contribuição seminal de Penrose (1959), da abordagem baseada em recursos com a abordagem das capacidades organizacionais e a economia da tecnologia. Particularmente, em relação à operacionalização do trabalho, buscou-se uma aproximação entre a economia e a engenharia.

A aplicação da estrutura de análise previamente elaborada se mostrou compatível aos exemplos de casos apresentados. Mediante a análise do comportamento de um grupo de empresas do setor mecânico brasileiro, pode-se afirmar que a dinâmica das capacidades de desenvolvimento é facilmente identificada em empresas ativamente empenhadas em inovações incrementais para se protegerem, a longo prazo, efetivamente contra a competição direta e indireta de novos produtos.

Evidências empíricas da indústria mecânica brasileira, como nos casos ilustrativos das firmas fornecedoras especializadas, demonstram que a atividade de investigação tem resultado em importantes soluções inovativas de problemas técnicos, como, por exemplo, os sucessivos aperfeiçoamentos técnicos permitiram tornar os compressores herméticos uma opção mais viável técnica e economicamente, no sistema de refrigeração atual. A mudança recíproca dos recursos específicos às firmas dependeu, em grande medida, de um processo dispendioso de investigação (pesquisa) ou de uma busca contínua para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias. Tudo isto está associado, também, ao padrão de mudança técnica e o padrão de aprendizagem do setor particular, que influenciam o desenvolvimento produtos e processos.

A importância do padrão de mudança técnica na condução do processo de desenvolvimento é um dos fatores (econômico e tecnológico) que foi destacado. Cada tecnologia exerce um papel importante na determinação das atividades futuras da firma (trajetória tecnológica) e, em particular, de suas linhas de produtos (atividades essenciais).

Como foi dito anteriormente, a atividade inovativa de uma firma implica acumulação de conhecimento tecnológico que incorpora um paradigma tecnológico, o qual, por sua vez, é responsável pela natureza relativamente ordenada do padrão de inovação que ela tende a observar em nível de tecnologias individuais. Por exemplo, as

firmas fornecedoras, que produzem equipamentos e instrumentação, são altamente especializadas (diversificação tecnológica relativamente pequena) e, por isto, mantêm um relacionamento muito próximo e complementar com diversos usuários, geralmente firmas grandes. Como consequência, acompanham ou examinam de perto os padrões de mudança técnico, pois, assim, conseguem adquirir novos conhecimentos e protegê-los, sempre que possível, contra a rápida difusão deles para os competidores (Dosi, 1988).

No caso particular do compressor, os sistemas de refrigeração utilizam vários tipos de compressores, mas os *compressores herméticos*, ao contrario dos demais, são mais utilizados em todas as aplicações de refrigeração doméstica e algumas da comercial por oferecerem não só a vantagem de preço mais baixo, mas, sobretudo, vantagens relacionadas a aspectos mecânicos. Certamente, a aplicação generalizada dos compressores herméticos em refrigeração pequena se deve, antes de tudo, ao mérito da própria concepção do projeto em desenvolver um compressor pequeno, compacto, livre de manutenção e, não menos importante, mais barato. Apesar dos demais compressores alternativos, o predomínio dos compressores herméticos, ao longo do tempo, requereu sucessivos esforços de melhoria contínua do produto, permitindo a superação de certos problemas técnicos, como a limitação da potência do motor, por exemplo.

Outro fator importante na condução do processo de desenvolvimento é o padrão de aprendizagem. O processo de aprendizagem envolvido, no caso das firmas fornecedoras especializadas em engenharia de instrumentos e mecânica, dispõe de contribuições não só da tecnologia *in-house*, mas sim de externalidades. Em outras palavras, o processo de aprendizagem destas firmas incorpora no estoque de conhecimento delas uma parte relativamente importante de elementos de conhecimento nas formas pública e universal, mas que são complementares às formas tácita e específica. Por exemplo, o

desenvolvimento tecnológico de compressores para uso doméstico contou com uma parte, consideravelmente importante, da base de conhecimento proveniente de uma variada fonte de conhecimentos tácito e específico, tais como das condições de uso deles em refrigeradores e ar condicionados (aprender por usar) e de requerimentos produtivos dos usuários da linha branca (aprender pela interação). Outra parte, relativamente importante, da base de conhecimento destas firmas decorre do conhecimento nas formas pública e universal: da experimentação e avaliação em laboratórios de P&D (aprender por estudar).

A discussão aqui levantada sobre a dinâmica das capacidades de desenvolvimento oferecida pela aplicação empírica traz importantes implicações para o gerenciamento do processo de desenvolvimento. Como foi mencionado anteriormente, as capacidades de desenvolvimento consistem em um *processo de busca* contínua por parte da firma para melhorar (desenvolver) e diversificar suas tecnologias. Elas incorporam conhecimento de diversas fontes: conhecimento *in-house*, conhecimento privado, conhecimento comercializado por outras firmas, conhecimento público e outras informações.

O realce de parte da base de conhecimento das capacidades de desenvolvimento depende da tecnologia em questão. Nestas circunstâncias, Pavitt (1984) considera que os elementos dos conhecimentos tácito e específico determinam a característica endógena (*in-house*) do processo de busca tecnológica, que pode ser formalmente organizada em laboratório de P&D ou informalmente através de esforços de melhoria contínua e aprendizagem.

Em relação às capacidades de desenvolvimento, elas devem ser entendidas como um processo cumulativo que envolve a *integração*, a *interação* e a *iteração* dos recursos comprometidos com a atividade inovativa. Assim, os gerentes de P&D altamente aplicada e experimental devem focalizar internamente mais os seguintes aspectos: a coordenação de

diferentes *expertises*, atividades e tecnologias, mediante acordos técnicos ou de cooperação (*capacidades organizacionais*); mecanismos auxiliares (de suporte e complementares) de interação dos recursos humanos e outros compartilhados no esforço de inovação (*mecanismos de incentivos*); e condições físicas e organizacionais para uma sistematização do desenvolvimento de tecnologias de produto e processo (*estrutura tecnológica*).

Torna-se necessário considerar a importância relativa da atividade de desenvolvimento, até mesmo em indústrias de alta tecnologia que tendem a dar mais atenção à pesquisa formal. A atividade de desenvolvimento atravessa os limites da atividade de pesquisa de P&D. O desenvolvimento (D) depende de outros fatores um tanto complementares e adicionais à P&D. Em cada setor, o desenvolvimento de tecnologias possui um *modo de busca inovativa* diferente. Por exemplo, na mecânica, do tipo não-eletrônica, a inovação é muito mais informal, freqüentemente incorporada em melhorias incrementais em desenho (Dosi, 1988). Seja qual for a natureza da mudança tecnológica, a busca inovativa é fortemente orientada pela "solução de problemas", cujas atividades de pesquisa implicam desenvolvimento e refinamento de modelos de procedimentos existentes (padrão de mudança técnica).

Na realidade, existe um 'conjunto estruturado' de externalidades que é responsável pela natureza consistente e hierárquica do padrão de ligação entre diferentes indústrias e tecnologias: conhecimento e *expertises* específicos, fluxo informal de informações e especificações técnicas, mobilidade do potencial humano e interdependência não-comercial entre setores, tecnologias e firmas.

7.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

A estrutura de análise aqui proposta foi definida de acordo com o objeto de análise estabelecido, qual seja: os *recursos internos* da firma individual. Como este ponto tem sido objeto de crescentes estudos nos últimos anos, uma série de terminologias modernas para o conceito de *recursos intangíveis* surgiram, tais como competências essenciais, capacidades dinâmicas, ativos estratégicos, ativos complementares, etc. Este estudo não tem a pretensão de acrescentar novos termos aos já existente, pelo contrário, procura sintetizar as principais contribuições da chamada Visão Baseada em Recursos, em que muitas delas são complementares e outras concorrentes entre si. A visão baseada em recursos possui um dialogo aberto com a pesquisa estratégica, a economia organizacional e a pesquisa da organização industrial, dentre outros (Mahoney, 1992).

Esta estrutura de análise possui uma forte influência do trabalho seminal de Edith Penrose (1959), mas também recebe importantes contribuições de trabalhos que se desenvolveram em seguida. Busca-se, aqui, combinar algumas teorias muito próximas: aprendizado organizacional, capacidades organizacionais, capacidades inovativas e economia da mudança técnica. Muitas outras teorias podem ser incorporadas neste tipo de análise.

A estrutura de análise da dinâmica das capacidades de desenvolvimento se aplica a outros setores da indústria para entender como diferentes interações entre os recursos específicos às firmas podem gerar vantagem competitiva sustentável. É claro que cada setor tem sua especificidade e, por isso, uma comparação de diferentes aplicações do modelo de análise torna-se arriscada.

Alguns exemplos de casos serviram de ilustração, mas o mesmo pode ser feito em nível de firmas individuais, ao invés de grupos de empresas. Isto permitiria trabalhar com dados individualizados e ricas informações, ao invés de agregados.

8 FONTES BIBLIOGRÁFICAS

ALCHIAN, A. A. Specificity, specialization, and coalition. **Journal of Industrial and Theoretical Economics**, vol. 140, pp. 34-49, 1984.

AMIT, R.; P. SCHOEMAKER, J. H. Strategic assets and organizational rent. **Strategic Management Journal**, vol. 14, pp. 33-46, 1993.

ANDERSEN, E. S. e LUNDEVALL, B. A. Small national systems of innovation facing technological revolution: an analytical framework. *In*: FREEMAN, C. e LUNDEVALL, B. A. (eds.). **Small countries facing the technological revolution**. London And New York: Pinter Publishers, 1988. Chapter 1, pp. 9-36.

ANDREWS, K. R. **The concept of corporate strategy**. 3 ed. (1987). Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1971.

ANPEI. **Manual do coletor da base de dados ANPEI**: indicadores empresariais de inovação tecnológica. São Paulo, 1998.

ANPEI. **Indicadores empresariais de inovação tecnológica**. São Paulo: ANPEI. (vários números).

ANSOFF, H. I. **Corporate strategy**: an analytic approach to business policy for growth and expansion. New York: McGraw-Hill, 1965.

ARROW, Kenneth. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, June 1962.

ARTHUR, W. B. Self-reinforcing mechanisms in economics. *In*: ANDERSON, P. W.; AROW, K. J.; PINES, D. (eds.). **The economy as an evolving complex system**. CA: Addison Wesley Publishing Redwood City, 1988.

BACHARACH, S. B. Organizational theories: some criteria for evaluation. **Academy of Management Review**, vol. 14, n. 4, pp. 496-515, 1989.

BAIN, J. S. **Industrial organization**. New York: Wiley, 1959.

BARNEY, J. B. Strategic factor markets. **Management Science**, vol. 32, n. 10, pp. 1231-1241, 1986.

_____. Asset stocks and sustained competitive advantage: a comment. **Management Science**, vol. 35, n. 12, p. 1511, 1989.

_____. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, vol. 17, n. 1, pp. 99-120, 1991.

_____. Looking inside for competitive advantage. **Academy Management of Executive**, vol. 9, n. 4, pp. 49-61, 1995.

BEST, Michel H. **The new competition: institutions of industrial restructuring**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1990.

BERTOLA, Rodolpho. Operação de risco no coração das geladeiras. **Sala do Empresário**, Ano XIV, N. 9, 22/09/1987. Entrevista.

BHARADWAJ, S. G.; VARADARAJAN, P. R.; FAHY, J. Sustainable competitive advantage in service industries: a conceptual model and research propositions. **Journal of Management**, vol. 57, pp. 83-99, October, 1993.

BLACK, J. A.; BOAL, K. B. Strategic resources: traits, configurations and paths to sustainable competitive advantage. **Strategic Management Journal**, vol. 15, pp. 131-148, 1994.

CANTWELL, J. **Transnational corporations and innovative activities**. London: Routledge, 1994.

CAVES, R. E.; PORTER, M. From entry barriers to mobility barriers: conjectural decisions and contrived deterrence to new competition. **Quarterly Journal of Economics**, vol. 91, pp. 241-262, 1977.

CHANDLER, A. D. **Strategy and structure: chapters in the history of the industrial enterprise**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1962.

_____. **The visible hand: the managerial revolution in american business**. Cambridge: Belknap/Harvard University Press, 1977.

_____. **Scale and scope: a dynamics of industrial capitalism**. Cambridge, Mass.: Belknap/Harvard University Press, 1990.

_____. Organizational capabilities and the history of the industrial enterprise. **Journal of Economic Perspective**, vol. 6, n. 3, pp. 79-100, 1992.

CLARK, K.; FUGIMOTO, T. **Product development performance: strategy management and organization in the world auto industry**. Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 1991.

COASE, R. H. The nature of the firm. *Economica* N. S. (vol. 4, pp. 386-405, 1937). Reimpresso em: WILLIANSO, O. E. and S. WINTER **The nature of the firm: origins, evolution, and development**. Oxford: Oxford University Press, 1993. Chapter 2, pp. 18-33.

_____. 1991 Nobel lecture: the institutional structure of production, *In*: WILLIANSO, O. E.; WINTER, S. **The nature of the firm: origins, evolution, and development**. Oxford: Oxford University Press, 1993. Chapter 13, pp. 227-235.

COLLIS, D. J. Research note: how valuable are organizational capabilities?. **Strategic Management Review**, vol. 15, pp. 143-152, 1994.

COLLIS, D.; MONTGOMERY, C. Competing on resources strategy in the 1990s. **Harvard Business Review**, July-August, pp. 118-128, 1995.

_____. **Corporate strategy: a resource-based approach**. New York, NY: Irwin/McGraw-Hill, 1998.

CONNER, K. A historical comparison of resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: do we have a new theory of the firm?. **Journal of Management**, vol. 17, pp. 121-154, 1991.

COOPER, David P. Innovation and reciprocal externalities: information transmission via job mobility. **Journal of Economic Behavior & Organization**, vol. 45, pp. 403-425, 2001.

CORRÊA, D. P. **O papel do empreendedor no crescimento da firma**. 2000. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, UFSC, Florianópolis

COYNE, Kevin P. Sustainable competitive advantage – what it is, what it isn't. **Business Horizons**, vol. 29, pp. 54-61, Jan-Feb, 1985.

CUSMANO, L. Technology policy and co-operative R & D: the role of relational research capacity. **DRUID Working Paper N. 00-3**. Copenhagen: Copenhagen Business School, April 2000, pp. 1-55.

DE GEUS, Arie P. Planning as learning. **Harvard Business Review**, vol. 66, pp. 70-74, March-April, 1988.

DEMSETZ, H. Industrial structure, market rivalry and politic policy. **Journal of Law Economic Organization**, vol. 16, pp. 1-10, 1973.

_____. Economic, legal and political dimensions of competition. **Journal of Law and Economics**, vol. 7, pp. 11-26, 1982.

DIERICKX, I.; COOL, K. Asset stock accumulation an sustainability of competitive advantage. **Management Science**, vol. 35, n. 12, pp. 1504-1511, 1989.

DIERICKX, I.; COOL, K. Asset stock accumulation and the sustainability of competitive advantage: reply. **Management Science**, vol. 35, n. 12, p. 1514, 1989.

DOSI, Giovanni. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, vol. XXVI, pp. 1120-1171, September, 1988.

DOSI, G.; MARENGO, L. Some elements of an evolutionary theory of organizational competencies. **CCC Working Paper N. 93-14**. Berkeley :University of California, 1993.

DOSI, G.; ORSENIGO, L. Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments, pp. 13-37, 1988. *In*: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.). **Technical change an economic theory**. London: F. Pinter Publishers, 1988.

DOSI, G.; TEECE, D. J.; WINTER, S. Towards a theory of corporate coherence: preliminary remarks. *In*: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (eds.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Oxford University Press, 1992, pp. 185-211.

ECO, Humberto. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

FARJOUN, Moshe. Beyond industry boundaries: human expertise, diversification and resource-related industry groups. **Organization Science**, vol. 5, n. 2, pp. 185-199, 1994.

FINEP. **Sistema de indexadores para a FINEP**. Rio de Janeiro, 1994.

FLECK, J. Contingent knowledge and technology development. **Technology Analysis & Strategic Management**, vol. 9, n. 4, pp. 383-397, 1997.

FOUCAULT, M. Two lectures (1976, pp. 79-108). *In*: GORDON, C. (ed.). **Power/knowledge: selected interviews and other writings 1972-1977 by Michel Foucault**. New York: Pantheon Books, 1980.

FOSS, N. J. Theories of the firm: contractual and competence perspectives. **Journal of Evolutionary Economics**, vol. 3, pp. 127-144, 1993.

_____. The resource-based perspective: an assessment and diagnosis of problems. **DRUID Working Paper N. 97-1**. Copenhagen: Copenhagen Business School, 1997, pp. 1-39.

FOSS, N. J. and R. N. LANGLOIS. Capabilities and governance: the rebirth production in the theory of economic organization. **DRUID Working Paper N. 97-2**. Copenhagen: Copenhagen Business School, 1997, pp. 1-33.

GALLIANO, Gulherme, A. **O método científico: teoria e prática**. São Paulo: Harbra, 1979.

GHEMAWAT, P. Sustainable advantage. **Harvard Business Review**, pp. 53-58, Sept-Oct, 1986.

GRANT, Robert M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. **California Management Review**, vol. 33, n. 3, pp. 114-135, Spring, 1991.

HALL, Richard. The strategic analysis of intangible resources. **Strategic Management Journal**, vol. 13, n. 2, pp. 135-144, 1992.

_____. A framework linking intangible resources and capabilities to sustainable competitive advantage. **Strategic Management Journal**, vol. 14, pp. 607-618, 1993.

HANSEN, G. S; WERNERFELT, B. Determinants of firm performance: the relative importance of economic and organizational factors. **Strategic Management Journal**, vol. 10, n. 5, pp. 399-411, 1989.

HELFAT, Constance E. Firm-specificity in corporate applied R&D. **Organization Science**, vol. 5, n. 2, pp. 173-184, May, 1994.

HENDERSON, R. N. Underinvestment and incompetence as responses to radical innovation: evidence from the semiconductor photolithographic alignment equipment industry. **RAND Journal of Economics**, vol. 24, n. 2, pp. 248-270, 1993.

HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. **Administrative Science Quarterly**, vol. 35, pp. 9-30, 1990.

HENDERSON, R. N.; COCKBURN, I. Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research. **Strategic Management Journal**, vol. 15, pp. 63-84, 1994.

ITAMI, H.; ROEHL, T. W. **Mobilizing invisible assets**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

JONES, G. R. Transaction costs, property rights, and organizational culture: an exchange perspective. **Administrative Science Quarterly**, vol. 28, pp. 454-467, 1983.

JORGENSEN, K. M. The Meaning of local knowledges. **DRUID Working Paper N. 99-6**. Copenhagen: Copenhagen Business School, April 1999, pp. 1-32.

KOGUT, Bruce; ZANDER, Udo. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. **Organization Science**, vol. 3, pp. 383-397, 1992.

KRETZER, Jucélio. Penrose, recursos e tecnologia. **Economia em Revista**, 1999.

KRETZER, J. e MENEZES, E. A. Avaliação dos recursos da firma: mensuração e gestão. *In: I WORKSHOP BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA E GESTÃO DO CONHECIMENTO*, 1, 1999, Rio de Janeiro. **Anais** (CD ROM), Rio de Janeiro: FINEP, 1999. 1CD.

LANGLOIS, Richard N. Transaction-cost economics in real time. **Industrial and Corporation Change**, vol. 1, n. 1, pp. 99-127, 1992.

_____. Cognition and capabilities: opportunities seized and missed in the history of the computer industry. **Working Paper**. University of the Connecticut, 1994.

LANGLOIS, R. N.; ROBERTSON, Paul L. Stop crying over spilt knowledge. **MERIT Conference on Innovation, Evolution and Technology**, pp. 25-27, August 1996.

LAZONICK, W. Business organization and advantage competitive: capitalist transformations in the twentieth century. *In*: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (eds.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Oxford University Press, 1992, pp. 119-163.

LEARNED, E. P.; CHRISTENSEN, C. R.; ANDREWS, K.; GUTH, W. D. **Business Policy**. Homewood, IL: Irwing, 1969.

LEONARD-BARTON, D. Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development. **Strategic Management Journal**, vol. 13, pp. 111-125, 1992.

LEVIN, R. *et al.* **Survey research on R & D appropriability an technological opportunity**. New Haven: CT: Yale University Press, 1984. Part 1.

LIEBERMAN, M.; MONTGOMERY, D. First mover advantage. **Strategic Management Journal**, vol. 9, Special Issue, pp. 41-58, 1988.

LIPPMAN, S. A.; RUMELT, R. P. Uncertain imitability: an analysis of interfirm differences in efficiency under competition. **The Bell Journal of Economics**, n. 13, pp. 418-438, 1982.

LLERENA, P.; OLTRA, V. Diversity of innovative strategy as a source of technological performance. **DRUID Working Paper N. 00-1**. Copenhagen: Copenhagen Business School, January 2000, pp. 1-35.

LOASBY, B. J. The organization of capabilities. **Journal of Economic Behavior & Organization**, vol. 35, pp. 139-160, 1998.

LUNDEVALL, Bengt-Ake. User/producer, interaction and innovation. Paper presented at the **TIP Workshop**. Stanford: Stanford University, 1984.

_____. Innovation as an interactive process: user-producer relations. *In*: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. London: Francis Pinter; NY: Columbia University Press, 1988.

_____. (ed.). **National systems of innovation: towards a theory of innovation on interactive learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

MACEDO, A. L.O. **Esforço tecnológico das empresas líderes do segmento de máquinas e equipamentos em Santa Catarina na década de 90**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, UFSC, Florianópolis

MACHADO, Aryoldo. **Comando numérico aplicado às máquinas-ferramenta**. 4 ed.. São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1990.

MACINTIRE, H. J. E HUTCHINSON, F. W. **Refrigeration engineering**. 2 ed.. New York:, John Wiley & Sons Inc., 1963.

- MAHONEY, Joseph T. The management of resources and the resource of management. **Journal of Business Research**, vol. 33, pp. 91-101, 1995.
- MAHONEY, J. T.; PANDIAN, J. R. The resource-based view within the conversation of strategic management. **Strategic Management Journal**, vol. 13, pp. 363-380, 1992.
- MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **Economic Journal**, vol. 102, pp. 845-859, 1992.
- MALHOTRA, Yogesh. Competitive intelligence programs: an overview. 1996. [WWW Document]. Disponível em <url: <http://www.brint.com/papers/ciover.htm>>. Acesso em 26 mar. 1999.
- MARRIS, R. L. **The economic theory of managerial capitalism**. London: Macmillan, 1964.
- MASON, E. S. **Economic concentration and the monopoly problem**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1957.
- MCGEE, J.; THOMAS, H. Strategic groups: theory of research and taxonomy. **Strategic Management Journal**, vol. 7, pp. 141-160, 1986.
- MILES, G.; MILES, R. E.; PERRONE, V.; EDVINSSON, L. Some conceptual and research barriers to the utilization of knowledge. **California Management Review**, vol. 40, n. 3, pp. 281-287, 1998.
- MOYER, J. A. e FITTZ, R. U. **Refrigeracion**: incluyendo enfriamiento y acondicionamiento de aire y maquinas de refrigeracion automaticas domesticas. 2 ed., Buenos Aires: Libreria y Editorial Alsina, 1952.
- NARASIMHA, S. Organizational knowledge, human resource management, and sustained competitive advantage: toward a framework. **Competitiveness Review**, vol. 10, n. 1, pp. 123-135, 2000.
- NELSON, R. Why do firms differ, and how does it matter? **Strategic Management Journal**, vol. 12, pp. 61-74, 1991.
- NELSON, R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1982. Chapter 1 e 5.
- OUCHI, W. Markets, bureaucracies, and clans. **Administrative Science Quarterly**, vol. 25, pp. 120-142, 1980.
- PATEL, P.; PAVITT, K. Technological competencies in the world's largest firms. **Working Paper**. University of the Sussex/Science Policy Research Unit, 1994.

PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. (1984, pp. 343-373). *In*: FREEMAN, C. (ed.). **The economics of innovation**. Great Britain: Edward Elgar Publishing Limited, 1990. Chapter 12, pp. 249-279.

_____. Some foundations for a theory of the large innovating firm. *In*: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (eds.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Clarendon Press, 1992, pp. 212-228.

PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. 3 ed. (1995). Oxford: Basil Blackwell, 1959.

PETERAF, W. A. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. **Strategic Management Journal**, vol. 14, pp. 179-191, 1993.

PITT, M. e CLARKE, K. Competing on competence: a knowledge perspective on the management of strategic innovation. **Technology Analysis & Strategic Management**, vol. 3, n. 3, pp. 301-316, 1999.

POLANYI, M. **Personal knowledge**. Chicago: University of Chicago Press, 1958.

PORTER, M. **Competitive strategy**. New York, NY: Free Press, 1980.

_____. **Competitive advantage**. New York, NY: Free Press, 1985.

POSSAS, M. **Estruturas de mercado em oligopólio**. São Paulo: Hucitec, 1985.

PRAHALAD, C. K. The role of core competencies in the corporation. **Research-Technology Management**, pp. 40- 47, November-December, 1993.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, May-June, pp. 79-91, 1990.

_____. Corporate imagination and expeditionary marketing. **Harvard Business Review**, July-August, pp. 81-92, 1991.

_____. **Competing for the future**. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

REED, R.; DEFILLIPPI, R. J. Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage. **Academy of Management Review**, vol. 15, pp. 88-102, 1990.

RICHARDSON, G. B. The organization of industry. **Economic Journal**, vol. 82, pp. 883-896, 1972.

ROSENBERG, Nathan. Problemas del economista en la conceptualización de innovación tecnológica. _____ *In*: **Tecnologia y economia**. Tradução em espanhol de Perspectives on Technology, 1976. Capítulo 4.

_____. La dirección del cambio tecnológico: mecanismos de inducción y sistemas de enfoque. *In*: _____. **Tecnología y Economía**. Tradução em espenhol de Perspectives on Technology, 1976. Capítulo 6.

_____. Learning by Using. *In*: _____. **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. Capítulo 6.

_____. Science and technology in the twentieth century. *In*: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A.(eds.) **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Clarendon Press, 1992, pp. 63-96.

_____. **Inside the black box: technology, economics, and history**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. Part II.

RUMELT, R. P. Towards a strategic theory of the firm. *In*: LAMB, R. B. (ed.). **Competitive strategic management**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

_____. Theory, strategic and entrepreneurship. *In*: TEECE, D. J. (ed.). **The competitive challenge**. Cambridge: Ballinger Publishing Company, 1987.

_____. How much does industry matter? **Strategic Management Journal**, vol. 12, n. 3, pp. 167-185, 1991.

SANCHEZ, Ron. Management at the point of inflection: systems, complexity and competence theory. **Long Range Planning**, vol. 30, n. 6, pp. 939-946, 1997.

SCHERER, F. M. **Industrial market structure and economic performance**. Boston, MA: Houghton Mifflin Company, 1980.

SCHOEMAKER, P. J. H. Strategy, complexity and economic rent. **Management Science**, vol. 36, n. 10, pp. 1178-1192, 1990.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialism, and democracy**, New York: Harper & Brothers, 1950.

SENGE, P. M; STERMAN, J. D. Systems thinking and organizational learning; acting locally and thinking globally in the organization of the future. **Working Paper**. Cambridge, MA: Sloan School of Management at MIT, 1992.

SHAPIRO, C. The theory of business strategy. **Journal of Economics**, vol. 20 (Spring), 1989.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 1 ed.. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2000, pgs. 118.

SPENDER, J. C. Strategy theorizing: expanding the agenda. *In*: SHRIVASTAVA, P.; HUFF, A. S.; DUTTON, J. (eds.). **Advances in strategic management**. Greenwich, CT: JAI Press, vol. 8, pp. 8-32, 1992.

STALK, G.; EVANS, P.; SHULMAN, L. E. Competing on capabilities: the new rules of corporate strategy. **Harvard Business Review**, March-April, pp. 57-69, 1992.

STATA, Ray. Organizational learning – the key to management innovation. **Sloan Management Review**, vol. 30, n. 3, pp. 63-74, 1989.

STEMMER, C. E. **Ferramentas de Corte 1**. 4 ed.. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1995.

STIGLER, G. **The organization of industry**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1968.

TEECE, D. J. Economics of scope and the scope of the enterprise. **Journal Economic Behavior and Organization**, vol. 1, pp. 223-247, 1980.

_____. Towards an economic theory of the multiproduct firm. **Journal Economic Behavior Organization**, vol. 3, pp. 39-63, 1982.

_____. Economic analysis and strategic management. **California Management Review**, vol. 25, pp. 87-110, 1984.

_____. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, vol. 15, pp. 285-305, 1986.

_____. Technological change and the nature of the firm. *In*: DOSI, G.; FREEMAN, R.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, C. (eds.). **Technical change and economic theory**. London: Francis Pinter, 1988.

_____. Contribution and impediments of economic analysis to the study of strategic management. *In*: FREDRICKSON, J. W. **Perspective on strategic management**. New York: Harper, 1990, pp. 39-40.

_____. Capturing value from knowledge assets. **California Management Review**, vol. 40, n. 3, pp. 55-79, 1998.

TEECE, D. J.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. **Industrial and Corporate Change**, vol. 3, n. 3, pp. 537-556, 1994.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. 'Firm Capabilities, resources, and the concept of strategy'. **CCC Working Paper**, 90-8. Berkeley: University of California/Center for Research on Management, 1990.

_____. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, vol. 18, n. 7, pp. 509-533, 1997.

TORREIRA, R. P. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: Fulton Ed. Técnica, 1979.

WERNERFELT, B. A resource based view of the firm. **Strategic Management Journal**, vol. 5, pp. 171-180, 1984.

WILLIANSO, O. E. **Markets and hierarchies**: analysis and antitrust implication. New York: Free Press, 1975.

_____. **The economic institutions of capitalism**. New York: Free Press, 1979.

WINTER, S. Knowledge and competence as strategic assets. *In.*: TEECE, D. J. (ed.) **The competitive Challenge**. Cambridge, MA: Ballinger, 1987, pp. 159-184.

YAO, D. A. Beyond the reach of the invisible hand: impediments of economic activity, market failures, and profitability. **Strategic Management Journal**, vol. 9, pp. 59-70, 1988.

YIN, Robert K. **Case study research**: design and methods. Ed. Rev.. London: Sage Publications, 1990.

9 ANEXOS

9.1 Questionário

O questionário foi elaborado para permitir o levantamento de informações sobre o comportamento da empresa com relação ao seu esforço de inovação tecnológica. Muitos dos termos aqui apresentados estão de acordo com as definições utilizadas pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras - ANPEI.

As respostas consideraram o desempenho do desenvolvimento tecnológico ao longo de um período de tempo referente aos últimos 6 anos. As questões, abaixo relacionadas, foram respondidas pela unidade organizacional que se responsabiliza ou que mais se dedica à atividade de P&D.

Tabela 6: Questionário usado como base para entrevistas estruturadas

NOME DA EMPRESA:

1) Número atual de técnicos de nível superior em P&D&E com formação em:

(140) Engenharia Mecânica (15) Engenharia de Produção (26) Engenharia Elétrica

(14) Outros: _____

2) O quanto os programas de capacitação de recursos humanos têm sido executados pela própria empresa e por terceiros?

	Executa frequentemente	Executa ocasionalmente	Executa raramente
Empresa	(3)	(1)	(1)
Universidades	(1)	(3)	(1)
Institutos Tecnológicos	()	(3)	(2)
Empresas de consultoria especializada	(3)	(2)	()
Outras empresas	()	(1)	(2)

3) Quão intensamente é o esforço de inovação tecnológica quanto a sua finalidade?

	Esforço intenso	Esforço moderado	Esforço fraco
Inovação de Produto	(4)	()	(1)
Inovação de Processo	(3)	(2)	()
Outras Inovações	(1)	(2)	()

4) Quão acessível é o conhecimento na forma de tecnologia comercializada por outras firmas?

	Acesso intenso	Acesso moderado	Acesso fraco
Aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos ligados à inovação	(2)	(3)	()
Adoção de técnicas organizacionais por consultorias especializadas	(2)	(1)	(2)
Utilização de direitos de propriedade intelectual de: patentes, marcas relacionadas a novos produtos e processos, e tecnologia industrial	(3)	(1)	(1)

5) Quais informações que mais fluem em relacionamentos estáveis entre a empresa e outros agentes?

	Fluxo intenso	Fluxo moderado	Fluxo fraco
Novas tecnologias desenvolvidas em universidades e centros de pesquisa	(1)	(2)	(2)
Novas tecnologias desenvolvidas por firmas concorrentes	(2)	(1)	(1)
Troca de informações sobre clientes/consumidores	(2)	(3)	()
Troca de informações com fornecedores	(3)	(1)	()
Troca de informações com distribuidores/comércio varejista	(1)	(2)	(1)
Troca de informações com serviços pós-venda	(3)	(2)	()
Pesquisa de mercado sobre novos produtos, preços, etc.	(3)	(2)	()

6) Quais atributos que mais facilitam a cooperação entre membros de equipes de trabalho?

	Facilita sempre	Facilita as vezes	Dificulta
Experiência de trabalho em conjunto	(5)	()	()
Conhecimento e confiança mútua entre os membros	(5)	()	()
Resoluções de problemas técnicos e organizacionais	(5)	()	()
Compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimento e preocupações	(5)	()	()
Formatação de metas/objetivos em comum	(5)	()	()

7) Quão vantajoso é o relacionamento estável com colaboradores membros de outras empresas?

	Ocorre frequentemente	Ocorre ocasionalmente	Ocorre raramente
Resolução de problemas técnicos de produção	(1)	(4)	()
Desenvolvimento e melhoria de processos, produtos e especificações	(3)	(2)	()
Ajuste de preço de insumos	(2)	(2)	()
Gestão de custos de transporte e estoque	(3)	(2)	()
Disponibilidade de oferta (volume e prazo)	(3)	(2)	()
Confiabilidade em fornecedores	(4)	(1)	()
Percepção das necessidades dos consumidores	(3)	(2)	()
Recrutamento e treinamento de pessoal	(2)	(1)	(1)
Compartilhamento e transferência de tecnologias através de troca de informações, desenhos, ferramentas ou pessoal	(2)	(1)	(2)

8) O quanto ativos e habilidades têm sido comprometidos com o processo de inovação?

	Esforço intenso	Esforço moderado	Esforço fraco
Pesquisa em laboratório sobre viabilidade técnica e funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços	(2)	()	(3)
Estudos sobre tendências tecnológicas	(3)	(1)	(1)
Estudos de viabilidade técnico-econômica de novos produtos e processos	(3)	(1)	(1)
Ensaio, testes e análises técnicas de produtos e processos	(2)	(1)	(1)
Aquisição de acervo técnico, acesso à base de dados e custeio de atividades de biblioteca, documentação, normas técnicas e outras	(2)	(1)	(2)
Registro de marcas, patentes e contratos de transferência de tecnologias	(2)	(1)	(2)
Capacitação de recursos humanos com treinamento e desenvolvimento	(3)	(2)	()
Aquisição de tecnologia	(2)	(2)	(1)
Engenharia não rotineira	()	(4)	()
Desenvolvimento de métodos avançados de manufatura	(2)	(2)	(1)
Melhoramento de técnicas organizacionais	(3)	(2)	()

9) Qual o papel dos mecanismos de comunicação e difusão do conhecimento envolvido na inovação tecnológica?

	Frequentemente estimulado	Ocasionalmente estimulado	Raramente estimulado
Rotação de pessoal de equipes entre departamentos	(3)	(1)	(1)
Formação de equipes com diferentes especialistas funcionais	(2)	(3)	()
Coordenação de diferentes tecnologias	(2)	(2)	(1)
Cooperação com clientes/usuários	(4)	(1)	()
Cooperação com fornecedores de insumos e equipamentos	(3)	(1)	()
Cooperação com distribuidores e comércio	()	(2)	(2)
Cooperação com serviços de suporte pós-venda	(3)	(2)	()
Cooperação com Centros de Pesquisas Públicos	(2)	(1)	(2)
Cooperação com Centros de Pesquisas Privados	(2)	()	(3)
Cooperação com empresas concorrentes	()	(1)	(4)
Cooperação com associações industriais e trabalhistas	(3)	(1)	(1)

10) O quanto os parceiros têm sido contratados para executar atividades de P&D?

	Contratado frequentemente	Contratado ocasionalmente	Contratado raramente
Universidades	(1)	(2)	(2)
Institutos Tecnológicos	()	(2)	(3)
Empresas de engenharia e consultoria	(1)	(3)	(1)
Outras empresas	()	()	(3)
Outros	()	(1)	(3)

Fonte: Pesquisa de campo

Notas:

1 - P&D: Atividades de Pesquisa Básica, Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Experimental.

2 - P&D&E: Atividades de P&D, Aquisição de Tecnologia e Engenharia Não Rotineira.

3 - Aquisição de Tecnologia: *Royalties*, Assistência Técnica e Serviços Técnicos Especializados.

4 - Engenharia Não Rotineira: atividades de engenharia diretamente relacionadas ao processo de inovação.

9.2 Tabulação dos Dados

Bloco 1: Fontes de Conhecimento

Tabela 7: *Expertise* profissional

	1º lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar
Engenharia Mecânica	140			
Engenharia de Produção			15	
Engenharia Elétrica		26		
Outros				14

Tabela 8: Formas de conhecimento tecnológico *in-house*:

	Esforço intenso	Esforço moderado	Esforço fraco
<i>Know-how</i> em desenvolvimento de novos produtos e melhoria de produtos existentes	4		1
<i>Know-how</i> em desenvolvimento de processos	3	2	
<i>Know-how</i> em desenvolvimento de métodos avançados de manufatura	3	2	
<i>Know-how</i> em melhoria em técnicas organizacionais	3	2	

Tabela 9: Formas de conhecimento (externo) comercializado por outras empresas e institutos tecnológicos

	Acesso intenso	Acesso moderado	Acesso fraco
Aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos ligados à inovação	2	3	
Adoção de técnicas organizacionais por consultorias especializadas	2	1	2
Utilização de direitos de propriedade intelectual de: patentes, marcas relacionadas a novos produtos e processos, e tecnologia industrial	3	1	1
Aquisição de tecnologias	2	2	1

Tabela 10: Outras fontes de informações

	Fluxo intenso	Fluxo moderado	Fluxo fraco
Novas tecnologias desenvolvidas em universidades e centros de pesquisa	1	2	2
Novas tecnologias desenvolvidas por firmas concorrentes	2	1	1
Troca de informações sobre clientes/consumidores	2	3	
Troca de informações com fornecedores	3	1	
Troca de informações com distribuidores/comércio varejista	1	2	1
Troca de informações com serviços pós-venda	3	2	
Pesquisa de mercado sobre novos produtos, preços, etc.	3	2	

Tabela 11: Conhecimento privado na forma de registros

	Esforço intenso	Esforço moderado	Esforço fraco
Acervo técnico, base de dados e biblioteca e documentação	2	1	2
Direitos de propriedade intelectual: registro de marcas, patentes e contratos de transferência de tecnologias	2	1	2
Estudos sobre tendências tecnológicas	3	1	1

Bloco 2: Estrutura Tecnológica

Tabela 12: Estrutura tecnológica

	Esforço intenso	Esforço moderado	Esforço fraco
Pesquisa em laboratório sobre viabilidade técnica e funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços	2	1	2
Estudos sobre tendências tecnológicas	3	1	1
Estudos de viabilidade técnico-econômica de novos produtos e processos	3	1	1
Ensaio, testes e análises técnicas de produtos e processos	2	1	1
Capacitação de recursos humanos com treinamento e desenvolvimento	3	2	
Aquisição de tecnologias	2	2	1
Engenharia não rotineira		4	
Desenvolvimento de métodos avançados de manufatura	2	2	1
Melhoramento de técnicas organizacionais	3	2	
Aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos ligados à inovação	2	3	
Utilização de direitos de propriedade intelectual de: patentes, marcas relacionadas a novos produtos e processos, e tecnologia industrial	3	1	1

Bloco 3: Capacidades Organizacionais

Tabela 13: Formas de cooperação entre membros de equipes de trabalho

	Facilita sempre	Facilita as vezes	Dificulta
Experiência de trabalho em conjunto	5		
Conhecimento e confiança mútua entre os membros	5		
Resoluções de problemas técnicos e organizacionais	5		
Compartilhamento de conhecimentos, experiências, entendimento e preocupações	5		
Formatação de metas/objetivos em comum	5		

Tabela 14: Formas de cooperação com colaboradores membros de outras empresas

	Ocorre frequentemente	Ocorre ocasionalmente	Ocorre raramente
Resolução de problemas técnicos de produção	1	4	
Desenvolvimento e melhoria de processos, produtos e especificações	3	2	
Ajuste de preço de insumos	2	2	
Gestão de custos de transporte e estoque	3	2	
Disponibilidade de oferta (volume e prazo)	3	2	
Confiabilidade em fornecedores	4	1	
Percepção das necessidades dos consumidores	3	2	
Recrutamento e treinamento de pessoal	2	1	1
Compartilhamento e transferência de tecnologias através de troca de informações, desenhos, ferramentas ou pessoal	2	1	2

Bloco 4: Mecanismos de Incentivos

Tabela 15: Mecanismos de incentivos

	Frequentemente estimulado	Ocasionalmente estimulado	Raramente estimulado
Rotação de pessoal de equipes entre departamentos	3	1	1
Formação de equipes com diferentes especialistas funcionais	2	3	
Coordenação de diferentes tecnologias	2	2	1
Cooperação com clientes/usuários	4	1	
Cooperação com fornecedores de insumos e equipamentos	3	1	
Cooperação com distribuidores e comércio		2	2
Cooperação com serviços de suporte pós-venda	3	2	
Cooperação com Centros de Pesquisas Públicos	2	1	2
Cooperação com Centros de Pesquisas Privados	2		3
Cooperação com empresas concorrentes		1	4
Cooperação com associações industriais e trabalhistas	3	1	1

9.3 ANPEI: Indicadores do Perfil de Cinco Empresas do Grupo Máquinas Industriais

Tabela 16: ANPEI - Indicadores empresariais

(média de cinco empresas)

ITENS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Número de funcionários	1.688 (n=5)	2.069 (n=5)	2.256 (n=5)	1.759 (n=5)	1.781 (n=5)	1.6030 (n=5)	1.296 (n=5)
Faturamento Bruto(US\$ 000)	130.357,69 (n=4)	123.353,87 (n=5)	157.670,85 (n=5)	145.133,07 (n=5)	176.931,06 (n=5)	166.740,03 (n=5)	101.434,21 (n=5)
Lucro Bruto (US\$)	32.589.422 (n=4)	32.441.932 (n=5)	34.272.390 (n=4)	21.288.226 (n=5)	39.026.412 (n=4)	27.018.111 (n=5)	11.721.983 (n=5)
Lucro Líquido/Fat. Bruto (%)	8,77 (n=3)	9,36 (n=4)	9,91 (n=4)	7,82 (n=5)	9,93 (n=4)	11,07 (n=4)	2,37 (n=5)
Participação mercado nacional							

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Indicadores da Intensidade do Esforço Inovador

Tabela 17: ANPEI - Distribuição (US\$) das despesas em P&D&E

(média de cinco empresas)

TIPO DE DESPESA	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
P&D (US\$)	1.647.000 (n=3)	2.013.492 (n=4)	2.557.767 (n=4)	2.835.600 (n=5)	3.388.771 (n=4)	4.4.221435 (n=4)	2.075.743 (n=4)
Serviços Tecnológicos (US\$)	313.000 (n=2)	244.385 (n=4)	126.000 (n=4)	381.400 (n=5)	584.320 (n=3)	401.071 (n=3)	221.200 (n=5)
Aquisição de Tecnologia (US\$)	189.666 (n=3)	214.655 (n=4)	115.000 (n=4)	60.000 (n=5)	202.500 (n=2)	463.048 (n=2)	68.869 (n=4)
Engenharia Não Rotineira (US\$)	3.610.333 (n=3)	4.927.630 (n=4)	5.042.010 (n=4)	2.423.000 (n=5)	2.436.500 (n=4)	803.519 (n=4)	252.400 (n=5)
Total P&D&E (US\$)	1.983.000 (n=2)	7.400.164 (n=4)	7.840.777 (n=4)	5.700.000 (n=5)	1.999.022 (n=2)	1.716.054 (n=2)	2.671.612 (n=4)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Tabela 18: ANPEI - Distribuição (%) das despesas de P&D por tipo de atividade

(média de cinco empresas)

TIPO DE DESPESA	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Pesquisa Básica (%)	7,67 (n=3)	6,75 (n=4)	7,50 (n=4)	9,33 (n=3)	14,75 (n=4)	9,00 (n=4)	5,00 (n=3)
Pesquisa Aplicada (%)	68,33 (n=3)	67,75 (n=4)	50,00 (n=4)	65,67 (n=3)	66,75 (n=4)	63,00 (n=4)	28,33 (n=3)
Desenvolvimento Experimental (%)	24,00 (n=3)	25,50 (n=4)	42,50 (n=4)	25,00 (n=3)	18,50 (n=4)	28,00 (n=4)	66,67 (n=3)
Total P&D (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Tabela 19: ANPEI - Distribuição (%) das despesas em P&D&E

(média de cinco empresas)

TIPO DE DESPESA	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Pesquisa Básica (%)	2,55 (n=2)	1,03 (n=4)	1,91 (n=4)	2,53 (n=3)	4,24 (n=2)	4,75 (n=2)	3,82 (n=3)
Pesquisa Aplicada (&)	47,63 (n=2)	15,77 (n=4)	18,33 (n=4)	27,47 (n=3)	19,67 (n=2)	20,35 (n=2)	19,29 (n=3)
Desenvolvimento Experimental (%)	6,15 (n=2)	10,41 (n=4)	12,38 (n=4)	19,75 (n=3)	4,03 (n=2)	2,02 (n=2)	55,31 (n=3)
Serviços Tecnológicos (%)	15,78 (n=2)	3,30 (n=4)	1,61 (n=4)	6,69 (n=3)	10,15 (n=2)	11,57 (n=2)	10,26 (n=4)
Aquisição de Tecnologia (%)	14,27 (n=2)	2,90 (n=4)	1,47 (n=4)	1,05 (n=3)	10,13 (n=2)	21,71 (n=2)	2,58 (n=4)
Engenharia Não Rotineira (%)	13,62 (n=2)	66,59 (n=4)	64,30 (n=4)	42,51 (n=3)	51,78 (n=2)	39,60 (n=2)	9,47 (n=4)
Total P&D&E (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	--

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n= número de observações.

Tabela 20: ANPEI - Despesas de P&D e P&D&E

(média de cinco empresas)

ITENS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Despesas P&D (US\$)	1.647.000 (n=3)	2.013.492 (n=4)	2.557.767 (n=4)	2.835.600 (n=5)	3.388.771 (n=4)	4.221.435 (n=4)	2.075.743 (n=4)
Despesas P&D/Fat. Bruto (%)	0,95 (n=3)	1,31 (n=4)	1,32 (n=4)	1,95 (n=5)	1,55 (n=4)	2,05 (n=4)	1,69 (n=4)
Despesas P&D&E (US\$)	1.983.000 (n=2)	7.400.164 (n=4)	7.840.777 (n=4)	5.700.000 (n=5)	1.999.022 (n=2)	1.716.054 (n=2)	2.671.612 (n=4)
Despesas P&D&E/Fat. Bruto (%)	2,10 (n=2)	4,81 (n=4)	4,03 (n=4)	3,93 (n=5)	1,77 (n=2)	1,47 (n=2)	2,18 (n=4)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n= número de observações.

Tabela 21: ANPEI - Distribuição dos investimentos de capital

em inovação tecnológica por tipo de ativo

(média de cinco empresas)

TIPOS DE ATIVO	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ativo fixo (%)	98,38 (n=1)	99,04 (n=2)	99,37 (n=1)	91,33 (n=3)	90,20 (n=3)	93,56 (n=4)	43,55 (n=3)
Ativo intangível (%)	1,62 (n=1)	0,96 (n=2)	0,63 (n=1)	n.d.	9,80 (n=3)	6,44 (n=4)	46,45 (n=3)
Total investimento capital(%)	100,00	100,00	100,00	--	100,00	100,00	100,00
Total investimento capital(US\$)	9.694.422 (n=1)	12.162.829 (n=2)	31.197.546 (n=1)	682.159 (n=4)	2.970.908 (n=3)	2.116.630 (n=4)	206.666 (n=3)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas:

n = número de observações

n.d. = não disponível

Tabela 22: ANPEI - Perfil profissional dos funcionários equivalentes* relacionados à P&D

(média de cinco empresas)

TIPOS DE FONTES	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Doutores/TNS (%)	0 (n=3)	n.d.	n.d.	0 (n=2)	n.d.	0 (n=4)	n.d.
Mestres e Doutores/TNS (%)	0,36 (n=3)	0,36 (n=4)	0,45 (n=3)	0,33 (n=2)	0,38 (n=3)	0,26 (n=4)	0,39 (n=3)
TNS/Pessoal Técnico (%)	36,17 (n=3)	34,50 (n=4)	35,76 (n=3)	39,86 (n=2)	46,86 (n=3)	44,79 (n=4)	48,09 (n=3)
Pessoal Técnico/Total Pessoal (%)	95,31 (n=3)	94,33 (n=4)	94,74 (n=3)	94,61 (n=2)	95,17 (n=3)	97,21 (n=4)	95,22 (n=3)
Total de Pessoal em P&D	49,77 (n=3)	48,48 (n=4)	38,03 (n=3)	55,70 (n=2)	34,50 (n=3)	62,93 (n=4)	18,14 (n=3)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas:

n = número de observações.

n.d. = não disponível.

* Funcionários alocados integralmente (*full-time*) às atividades de P&D.

Tabela 23: ANPEI - Perfil profissional dos funcionários equivalentes* relacionados à P&D&E

(média de cinco empresas)

TIPOS DE FONTES	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Doutores/TNS (%)	0 (n=2)	0,83 (n=3)	1,64 (n=3)	0 (n=2)	0,42 (n=3)	0 (n=4)	2,37 (n=5)
Mestres e Doutores/TNS (%)	24,01 (n=2)	26,58 (n=3)	25,00 (n=3)	26,57 (n=2)	16,96 (n=3)	16,94 (n=4)	29,99 (n=5)
TNS/Pessoal Técnico (%)	44,54 (n=2)	45,20 (n=3)	45,78 (n=3)	42,05 (n=2)	48,59 (n=3)	47,40 (n=4)	49,10 (n=5)
Pessoal Técnico/Total Pessoal (%)	94,92 (n=2)	92,37 (n=3)	94,67 (n=3)	94,15 (n=2)	91,74 (n=3)	95,09 (n=4)	95,98 (n=5)
Total de Pessoal em P&D&E	118,20 (n=2)	96,13 (n=3)	93,83 (n=3)	128,30 (n=2)	107,15 (n=3)	114,60 (n=4)	44,79 (n=5)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas:

n = número de observações.

* Funcionários alocados integralmente (*full-time*) às atividades de P&D&E.

Tabela 24: ANPEI - Despesas por pessoal em P&D e P&D&E

(média de cinco empresas)

ITENS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Desp. P&D/Pessoal P&D	33.094,44 (n=3)	41.536,73 (n=4)	53.357,31 (n=3)	77.648,11 (n=2)	85.672,31 (n=3)	67.408,14 (n=4)	88.035,81 (n=3)
Desp. P&D&E/Pessoal P&D&E	535.714,29 (n=1)	75.962,75 (n=3)	85.936,45 (n=3)	80.787,22 (n=2)	34.040,40 (n=2)	29.561,66 (n=2)	51.327,81 (n=4)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Tabela 25: ANPEI - Despesas por dispêndio total em P&D e P&D&E

(média de cinco empresas)

ITENS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Desp. P&D/Dispêndio Total (Desp. + Invest. Cap.) P&D (%)	21,83 (n=1)	16,57 (n=2)	12,97 (n=1)	83,86 (n=3)	49,87 (n=3)	66,60 (n=4)	57,31 (n=2)
Desp. P&D&E/Dispêndio Total (Desp. + Invest. Cap.) P&D&E (%)	n.d.	46,52 (n=2)	38,46 (n=1)	91,26 (n=3)	79,51 (n=2)	70,73 (n=2)	62,37 (n=2)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Tabela 26: ANPEI - Área física construída de laboratório utilizada para P&D&E

(média de cinco empresas)

ITEN	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Área física (m ²) ocupada p/ P&D&E	1.881,00 (n=2)	1.330,67 (n=3)	1.309,00 (n=3)	1.881,00 (n=2)	385,75 (n=4)	870,75 (n=4)	384,60 (n=5)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas: n = número de observações.

Tabela 27: ANPEI - Resultados do esforço de inovação tecnológica

(média de cinco empresas)

ITENS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Projetos finalizados ¹ (%)	64,67 (n=3)	65,00 (n=3)	68,75 (n=4)	46,25 (n=4)	68,75 (n=4)	68,75 (n=4)	87,50 (n=4)
Número patentes no Brasil ²	1,35 (n=2)	1,17 (n=3)	2,60 (n=2)	1,23 (n=4)	1,13 (n=4)	0,60 (n=4)	0,84 (n=5)
Receita de venda tecnologia (US\$)	3.269 (n=3)	63.333 (n=3)	191.000 (n=1)	117.250 (n=4)	159.000 (n=4)	454.000 (n=4)	361.800 (n=5)
Receita novos produtos/FB ³ (%)	41,79 (n=3)	40,73 (n=4)	68,00 (n=2)	31,85 (n=4)	68,50 (n=2)	50,67 (n=3)	49,00 (n=4)
Economia de custos/FB ⁴ (%)	7,03 (n=1)	4,14 (n=1)	0,69 (n=1)	3,80 (n=3)	1,40 (n=2)	4,98 (n=3)	10,23 (n=2)
Índice total de defeitos	1,00 (n=3)	1,00 (n=3)	1,72 (n=4)	4,06 (n=5)	1,74 (n=5)	2,02 (n=5)	2,08 (n=5)
Contribuição de P&D&E para LB (%)	81,03 (n=1)	24,14 (n=1)	n.d.	43,60 (n=3)	62,21 (n=1)	72,77 (n=3)	22,32 (n=2)
Retorno do P&D&E	n.d.	1,73 (n=1)	n.d.	2,63 (n=2)	n.d.	0,62 (n=1)	0,84 (n=1)

Fonte: Adaptado da ANPEI (vários números).

Notas:

N = número de observações

n.d. = não disponível

1 - Projetos finalizados em relação aos iniciados nos últimos 3 anos

2 - Patentes concedidas e/ou depositadas (média anual dos últimos 10 anos)

3 - Receitas advindas de novos produtos por Faturamento Bruto (FB)

4 - Economia de custos operacionais no ano (decorrente de melhoria de processo nos último 5 anos) por Lucro Bruto LB)