

LUIZ DOMINGOS MARTINI

**UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA
BÉLICA DO BRASIL – A PARCERIA MILITAR-CIVIL**

**CURITIBA
2004**

LUIZ DOMINGOS MARTINI

**UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA
BÉLICA DO BRASIL – A PARCERIA MILITAR-CIVIL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Graduação de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca.

**CURITIBA
2004**

TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ DOMINGOS MARTINI

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BÉLICA DO BRASIL – A PARCERIA MILITAR-CIVIL

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Graduação de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR


Prof.ª Denise Maria Maia
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR


Prof.ª Françoise Iatski de Lima
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Curitiba, 02 de dezembro de 2004

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, José e Selina, e a minha esposa Janáina, pela compreensão e paciência com que me apoiou na confecção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita bondade, deixando-me em condições de realizar este trabalho.

A Janaína, minha esposa, pela compreensão e paciência que teve pelas incontáveis horas de dedicação a este trabalho, e que por muitas vezes tive que privá-la de minha companhia.

Ao Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca, meus agradecimentos pela orientação, atenção, paciência e impagáveis sugestões na elaboração deste trabalho.

A Prof.^a. Denise Maria Maia, por aceitar o convite para participar da banca examinadora e pelas sugestões propostas para enriquecer este trabalho.

A Prof.^a. Françoise Iatski de Lima, por aceitar o convite para participar da banca examinadora e pelas sugestões propostas para enriquecer este trabalho.

Ao Cap André Luis Nogueira Terra, que por muitas vezes teve a paciência de sugerir várias idéias sobre o tema deste trabalho.

Ao Cap Alexandre Amorim de Andrade, que na qualidade de amigo, encaminhou documentos que serviram de referência para este trabalho.

A Jayme Garcia da Rocha Neto, amigo e colega de turma, pelas diversas vezes em que trocamos idéias sobre este trabalho.

E as principais bases que os Estados têm, sejam novos,
velhos ou mistos. são boas leis e boas armas.
E como não podem existir boas leis onde não há armas boas,
e onde há boas armas convém que existam boas leis.
referir-me-ci apenas às armas.

Maquiavel

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
RESUMO	x
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO GERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
METODOLOGIA.....	2
1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL	4
1.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ECONOMIA	4
1.1.1 Inter-Relações entre Ciência, Tecnologia e Economia.....	4
1.1.2 Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas.....	6
1.2 PROCESSO COMPETITIVO E TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL.....	7
1.2.1 Os Determinantes da Estrutura de Mercado.....	7
1.2.1.1 A inserção da indústria na estrutura técnico-produtiva.....	9
1.2.1.2 As estratégias competitivas da indústria.....	13
1.2.2 A Transformação da Estrutura Industrial.....	15
1.2.3 Inovação e Difusão de Tecnologia.....	17
1.2.3.1 Inovação tecnológica.....	17
1.2.3.2 Difusão de tecnologia.....	19
1.2.4 Evolução da Indústria.....	20
2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DE TRÊS ESTRUTURAS DE PENSAMENTO	24
2.1 TRÊS ESTRUTURAS DE PENSAMENTO NO CURSO DA HISTÓRIA.....	25
2.2 A CORRENTE NEOCLÁSSICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO.....	27
2.2.1 Principais Pontos em Walras para a Análise do Processo de Inovação.....	28
2.2.2 Principais Pontos em Pareto para a Análise do Processo de Inovação.....	31
2.2.3 Principais Pontos em Marshall para a Análise do Processo de Inovação.....	32
2.2.4 Principais Pontos em Hicks para a Análise do Processo de Inovação.....	34
2.3 A CORRENTE SCHUMPETERIANA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO... ..	34
2.3.1 Os Principais Problemas em Schumpeter para Compreender o Processo de Inovação na Indústria Bélica Brasileira.....	37
2.4 A CORRENTE EVOLUCIONISTA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO: OS PRINCIPAIS TRAÇOS DA TEORIA EVOLUCIONISTA.....	40
2.4.1 Aprendizagem e Rotinas: o Centro da Teoria Evolucionista.....	42
2.4.2 O Processo de Inovação na Teoria Evolucionista.....	43
3 O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA BÉLICA DO BRASIL: A ANÁLISE DO PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DA RELAÇÃO MILITAR-CIVIL	45
3.1 A PRIMEIRA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1762 ATÉ 1946.....	46
3.2 A SEGUNDA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1946 ATÉ 1975.....	54

3.3 A TERCEIRA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1975 ATÉ 1989.....	62
3.4 A QUARTA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1989 ATÉ 2000.....	67
4 O PROCESSO DE INOVAÇÃO MILITAR: A IMPORTÂNCIA DA P&D MILITAR.....	73
4.1 P&D MILITAR NO BRASIL.....	73
4.2 A ABSORÇÃO DE TECNOLOGIA ESPECÍFICA.....	75
4.3 CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA A FORÇA TERRESTRE (F TER).....	79
4.3.1 A Demanda da por C&T.....	79
4.4 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (CT&I).....	84
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
CONCLUSÃO.....	92
REFERÊNCIAS.....	94

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ESBOÇO GERAL DAS FASES DE PROJETO SISTEMÁTICO DE FORÇA TERRESTRE.....	80
TABELA 1 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA MUNDIAL.....	84
TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE C&E NO BRASIL, CORÉIA E NOS EUA.....	85
FIGURA 2 - SISTEMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO EXÉRCITO.....	87

LISTA DE SIGLAS

B Log	- Batalhão Logístico
C&E	- Cientistas e Engenheiros
C&T	- Ciência e Tecnologia
CAEx	- Centro de Avaliações do Exército
CBC	- Companhia Brasileira de Cartuchos
CFN	- Corpo de Fuzileiros Navais
CNA	- Comissão Nacional do Aço
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPEAEx	- Curso de Política, Estratégia e Administração do Exército
CPrM	- Campo de Provas da Marambaia
CRFB	- Constituição da República Federativa do Brasil
CT&I	- Ciência, Tecnologia e Inovação
CTA	- Centro Tecnológico da Aeronáutica
CTEx	- Centro Tecnológico do Exército
EB	- Exército Brasileiro
ECEME	- Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
ENGESA	- Engenheiros Sociedade Anônima
ESG	- Escola Superior de Guerra
F Ter	- Força Terrestre
FEB	- Força Expedicionária Brasileira
FFAA	- Forças Armadas
GEAC	- Grupo Executivo para Aplicações Computacionais
GOCNAE	- Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
GPMI	- Grupo Permanente de Mobilização Industrial
GTDB	- Grupo de Trabalho de Desenvolvimento de Blindados
IAE	- Instituto de Atividades Espaciais
IFI	- Instituto de Fomento Industrial
IMBEL	- Indústria de Material Bélico do Brasil

IME	- Instituto Militar de Engenharia
IPD	- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército
IPM	- Instituto de Pesquisa da Marinha
IPT	- Instituto de Pesquisa Tecnológica
ITA	- Instituto Tecnológico da Aeronáutica
MAP	- <i>Military Assistance Program</i> (Programa de Assistência Militar)
MEM	- Material de Emprego Militar
MTCR	- <i>Missile Technology Control Regime</i> (Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis)
OM	- Organização Militar
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
PADCT II	- Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PDN	- Política de Defesa Nacional
Pq Mnt	- Parque de Manutenção
SFPC	- Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados
SIPLEx	- Sistema de Planejamento do Exército
TIAR	- Tratado Interamericano de Assistência Recíproca
TO	- Teatro de Operações
USP	- Universidade de São Paulo

RESUMO

A maioria dos estudos sobre a indústria bélica brasileira começou a adquirir vulto na década de setenta e ainda hoje, quase que exclusivamente, sua atenção é voltada apenas para o meio militar e são raras as vezes em que se toma o rumo em discussões acadêmicas e civis. Pode-se destacar que as grandes evoluções tecnológicas são na maioria das vezes precedidas por conflitos bélicos, onde a necessidade de superar o poderio de guerra do inimigo se transforma em desenvolvimento tecnológico, o qual muitas vezes, é transferido para as indústrias civis através do processo de *Spin off*. As Forças Armadas têm a necessidade de estabelecer a soberania nacional, e os militares têm que desenvolver tecnologias por si próprios para produção de equipamentos ou sistemas bélicos adequados. Essas tecnologias vêm sendo desenvolvidas com poucos recursos, recursos estes que fazem parte do orçamento das Forças Armadas, portanto não há um repasse exclusivo por parte do Governo para o desenvolvimento de pesquisas. Mesmo com o contingenciamento orçamentário, os institutos e centros de pesquisas militares conquistaram feitos inacreditáveis ao desenvolver tecnologias. O grande problema é que os projetos, de modo geral, seguem bem até a fase de pesquisa básica, quando se chega na fase de pesquisa aplicada faltam recursos. Uma questão importante é saber como é possível estabelecer a transferência de tecnologia desenvolvida pela pesquisa militar para o uso da sociedade civil. Outra questão importante é de que maneira pode-se estreitar a relação entre ciência-indústria e a relação militar-civil no processo de inovação a partir da história da indústria bélica brasileira.

Palavras-chave: Indústria bélica brasileira; Ciência e tecnologia; P&D militar.

INTRODUÇÃO

O ponto de partida deste trabalho é a constatação da importância do processo de inovação e da mudança técnica na indústria bélica, onde se procura identificar de que forma ocorre esse processo no seio da indústria bélica brasileira.

O objetivo deste trabalho está relacionado à determinação e a dinâmica do processo de inovação e da mudança técnica da indústria bélica brasileira.

De uma forma geral, pode-se definir a indústria bélica como o conjunto das atividades industriais que tem por função a fabricação e a venda de armas.

A partir dessa definição, é importante reconhecer que existe uma relação forte e estreita entre a técnica, a ciência e a própria indústria, na medida em que nesse processo de inovação o objetivo final é a produção de bens (armamento no sentido largo do termo) e serviços (como por exemplo a construção de ferrovias pelos Batalhões Ferroviários e de Construção) subtraídos desse tipo de indústria. Segue então a pergunta de partida deste trabalho:

De que forma se produz o processo de inovação e da mudança técnica na indústria bélica brasileira? Dito diferentemente, como se forma a relação ciência-indústria no processo de inovação nesse quadro definido?

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar os elementos que integram o processo de inovação na indústria bélica. Esse objetivo fundamenta o processo de inovação de conhecimentos sobre o encontro de duas lógicas. De uma parte, a lógica da produção de conhecimentos que se encontra nas instituições públicas de pesquisa (como por exemplo, o Centro de Tecnologia do Exército (CTEx), o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército (IPD), o Instituto Militar de Engenharia (IME), o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), entre outros). De outra parte, a lógica da cristalização dos conhecimentos que se encontra nas firmas que compõem a indústria bélica. A adequação dessas duas lógicas se traduz pela adoção de uma

inovação técnica que é o lugar de passagem obrigatório entre elas.

Todavia, uma interrogação se impõe: se o processo de inovação na indústria bélica ocorre através de uma relação estreita entre ciência e indústria, de que forma pode-se compreender esse fenômeno a luz da teoria econômica?

Desta forma seguem os objetivos que serão perseguidos por este trabalho.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar processo de inovação na indústria bélica a partir da relação ciência-indústria e da relação civil-militar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. identificar os principais conceitos relacionados à ciência, a tecnologia e a indústria;
2. analisar o processo de inovação a partir de três estruturas de pensamentos econômicos a fim de determinar qual dentre elas melhor responde aos imperativos do processo na indústria bélica;
3. identificar como ocorre a relação ciência-indústria e a relação militar-civil no processo de inovação a partir da história da indústria bélica brasileira;
4. analisar a importância da P&D militar no processo de inovação.

METODOLOGIA

Ao longo deste trabalho procura-se precisar os fundamentos teóricos do objetivo central. Desta forma, procura-se identificar os elementos que constituem a problemática.

No primeiro capítulo, procura-se identificar os principais conceitos

relacionados à ciência, tecnologia e a indústria. Nesse sentido apresenta-se uma análise concernente aos conceitos que servem de fio condutor para se compreender o processo de inovação.

No segundo capítulo, tenta-se compreender de que forma as três estruturas de pensamento reconhecem o processo de inovação. O estudo desses discursos permite compreender as dificuldades que a teoria econômica tem de integrar a ciência e a técnica no processo de inovação.

No terceiro capítulo, analisa-se historicamente as relações ciência-indústria e militar-civil no processo de inovação no quadro da indústria bélica brasileira. Essas relações possibilitarão compreender que no processo de inovação militar, a relação ciência-indústria e a relação civil-militar são historicamente incontornáveis na medida em que é a partir dessas relações fortes e estreitas que se pode visualizar tal processo.

O quarto capítulo preocupa-se em revelar a importância da P&D militar. Nesse sentido, procura-se identificar e compreender o papel dos atores na dinâmica desse processo: o papel dos centros de pesquisas, o papel da indústria e o papel das políticas públicas (nesse caso o Estado).

1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL

O objetivo deste capítulo é mostrar alguns conceitos importantes direcionados à ciência e a tecnologia¹ (C&T), bem como identificar as relações entre tecnologia e economia. A visão geral de como o processo de inovação se comporta durante o período de geração até a sua maturação. Serão apresentadas as estratégias concorrenciais que as firmas podem adotar para angariar uma parcela melhor do mercado, em resposta às inovações tecnológicas.

1.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ECONOMIA

Deve-se observar a importância da C&T dentro do contexto econômico, bem como identificar os conceitos de paradigma e trajetória tecnológica, que serão muito úteis para o entendimento do processo tecnológico.

1.1.1 Inter-Relações entre Ciência, Tecnologia e Economia

As inter-relações entre ciência, tecnologia e economia vêm mostrando que ocorre uma controvérsia entre os estudiosos acerca do tema. As referências reconhecem duas principais linhas teóricas que demonstram relação ao estudo. A primeira, as teorias que são chamadas de *technology-push* ou ainda chamadas de teorias do lado da oferta, onde se acredita que a ciência e a tecnologia se desenvolvem de forma independente do sistema econômico. Para esta visão, a preocupação dos avanços da ciência e da tecnologia seria limitada aos cientistas e engenheiros e os

¹ Entende-se por ciência: é o conjunto organizado dos conhecimentos relativos ao universo, envolvendo seus fenômenos naturais, ambientais e comportamentais. Entende-se por tecnologia: é o conjunto organizado de todos os conhecimentos científicos, empíricos ou intuitivos empregados na produção e comercialização de bens e serviços. (LONGO, W. P. e. *Ciência e Tecnologia: alguns aspectos teóricos*. Escola Superior de Guerra (ESG), Rio de Janeiro, p. 2-3, 1987).

economistas limitar-se-iam a incorporar a ciência e a tecnologia como um parâmetro no funcionamento do sistema econômico².

A segunda linha diz respeito às teorias que são chamadas de *demand-pull* ou ainda chamadas de teorias do lado da demanda, onde se acredita que a determinação do ritmo e direção do progresso técnico é atribuída à demanda. Contudo, essas relações possuem um caráter mais complexo do que essas duas grandes linhas de pensamento mostram.

Os autores que defendem o lado da demanda não percebem que ela não age no vazio, e sim sobre um conjunto de conhecimentos, que evolui afetando o ritmo e a direção do progresso técnico, bem como o custo do processo de inovação das indústrias. A diferenciação dessas indústrias se dá no grau de oportunidade tecnológica, ou seja, refere-se à capacidade de avanço do progresso técnico na indústria, mostrando os resultados obtidos nos benefícios e nos custos associados ao processo de inovação. A oportunidade tecnológica dependerá da base científica e tecnológica em que a indústria estará apoiada. Esta base varia de uma indústria para outra e a diferença está centrada na distribuição de recursos destinados para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), onde as decisões de quanto será gasto em P&D serão baseadas na consideração em relação à demanda real ou potencial, nas expectativas sobre o custo e também nas probabilidades de se obter sucesso no processo de inovação. (DESA, 1995)

Portanto a tecnologia está intimamente conectada com o sistema econômico, pois para que ocorra o avanço tecnológico são necessários recursos econômicos.

² No Capítulo 2 será apresentado o pensamento das escolas: neoclássica, shumpeteriana e evolucionista, onde será abordado o pensamento de cada escola em relação aos estudos da ciência e da tecnologia.

1.1.2 Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas

Para este trabalho, toma-se emprestado de DOSI (1988) o conceito de paradigma tecnológico: DOSI define um paradigma tecnológico como um modelo ou padrão de solução para problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados das ciências naturais e em materiais tecnológicos selecionados.

O conceito de trajetória tecnológica pode ser definido pela atividade normal de resolução de problemas tecnológicos e podem ser representadas pelo avanço nos múltiplos *trade-off*³ entre as variáveis que o paradigma considera relevantes. A materialização dos avanços tecnológicos ao longo da trajetória é o chamado de progresso técnico.

Durante o processo de instalação e maturação de uma indústria, ocorrem determinações tecnológicas e econômicas que operam com intensidade distinta, como exemplo, as determinações econômicas, no momento em que ocorre a definição de um novo paradigma tecnológico, são relativamente fracas.

A inserção de um paradigma alternativo deve levar em consideração alguns critérios no que diz respeito ao mercado, como viabilidade econômica e rentabilidade potencial; e também no que diz respeito aos elementos institucionais e políticos, como objetivos nacionais, interesses militares e conflito distributivo.

Segundo DESA (1995), a seleção de um novo paradigma tecnológico geralmente é acompanhada de um nível notavelmente alto de incertezas técnica e econômica, pois não há a possibilidade de se determinar a preeminência de um outro paradigma alternativo anteriormente. Ocorre ainda, a concorrência intertecnológica que se dá não só em relação aos paradigmas já estabelecidos, mas também entre os vários substitutos potenciais.

³ Trade-off: a relação de troca necessariamente existente em uma situação de recursos escassos, graficamente representada pela curva de fronteira de produção.

Mudanças nos preços relativos, alterações no padrão da demanda, desequilíbrios técnicos e gargalos da produção podem afetar a seleção entre as inovações e os esforços de P&D da firma.

A mudança tecnológica geralmente se apresenta de forma regular, com certos períodos de ruptura ou de mudança qualitativa e com períodos em que o progresso técnico se apresenta de forma mais previsível e contínua. Quando ocorrem períodos de ruptura surgem novos paradigmas tecnológicos e quando ocorrem períodos regulares e contínuos surgem as trajetórias tecnológicas.

A ciência, a tecnologia e a economia mantêm um relacionamento muito próximo, porém conservando seu espaço próprio, com um certo grau de autonomia na sua trajetória de desenvolvimento.

A concorrência é o ponto de partida para os processos de geração e de difusão de inovações, pois, através desses processos que a capacidade tecnológica irá promover a transformação industrial.

1.2 PROCESSO COMPETITIVO E TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL

A concorrência é a base para se poder classificar as estruturas de mercado. A lógica do processo de concorrência é a busca constante pela valorização do capital, buscando angariar sempre mais as fatias do mercado em disputas entre firmas que mantêm decisões interdependentes.

1.2.1 Os Determinantes da Estrutura de Mercado

Segundo DESA (1995), os lucros que são obtidos por uma empresa, são resultados de um conjunto de fatores que atuam em cascata:

- a) as barreiras à entrada, que servem para proteger as firmas que já estão no mercado de outras firmas potenciais que queiram entrar nesse mercado;

- b) as barreiras à mobilidade, que servem para a proteção de grupos considerados estratégicos⁴ dentro da indústria em questão;
- c) o desempenho relativo da firma frente a seus concorrentes de um mesmo grupo estratégico.

Esses fatores garantem a heterogeneidade das margens de lucro entre indústrias e entre grupos de uma mesma indústria.

Uma das estruturas de mercado que possui um grande número de barreiras à entrada é o oligopólio⁵. Presença de economias de escala, diferenciação de produtos, requerimentos iniciais de capital, acesso aos canais de distribuição e vantagens não associadas à escala de produção como patentes, vantagens de localização, experiência acumulada e acessos privilegiados a subsídios governamentais, são as fontes principais de barreiras à entrada.

As barreiras à mobilidade abrangem o conjunto das assimetrias⁶ estruturais existentes dentro e fora da indústria. Pode existir, dentro de uma mesma indústria, alguns grupos que podem competir entre si e ainda seguirem estratégias competitivas semelhantes. Porém, a margem de lucro desses grupos não é igual, pois ela se sustenta por barreiras à mobilidade entre grupos. Esses grupos estratégicos dão lugar a padrões de interação entre as empresas que operam no mercado. Para que ocorra a configuração do processo endógeno de transformação da estrutura industrial é necessário a interatividade dos padrões com os elementos da estrutura técnico-produtiva.

Para a definição das estratégias adotadas pelas firmas, tanto para ampliar as

⁴ Os grupos estratégicos são formados por firmas com suas estratégias competitivas muito semelhantes e que estão protegidas de outros concorrentes por barreiras à mobilidade.

⁵ É importante notar aqui que a indústria bélica brasileira é caracterizada por um pequeno número de grandes firmas, de acordo com o segmento de armas. Dessa forma, a indústria bélica é caracterizada como oligopolista.

⁶ Assimetrias: desequilíbrios tecnológicos.

suas margens de lucro ou ainda para ingressar na indústria ou em um grupo estratégico, elas tentam modificar as condições estruturais da concorrência. O processo de inovação faz a modificação da estrutura da indústria objetivando a criação de um escoamento de lucros excepcional em benefício da empresa que inovou. Em um segundo momento, as empresas concorrentes buscam a apropriação dos lucros excepcionais obtidos pela empresa inovadora.

Pode-se destacar então dois momentos, o primeiro é a inovação, que se caracteriza por uma ruptura, uma descontinuidade ou a geração de assimetrias; já o segundo momento, a difusão, é a situação de ajuste ou redução de assimetrias, quando ocorre o nivelamento por parte das empresas que estão na indústria em questão.

Há porém um conjunto de elementos básicos que intervém na configuração de um certo padrão de concorrência: a inserção da indústria na estrutura técnico-produtiva e as estratégias competitivas na indústria. A incorporação da tecnologia é fundamental, pois, a tecnologia é parte integrante da estrutura técnico-produtiva (primeiro grupo de elementos), e ainda é parte da estratégia competitiva da firma (segundo grupo de elementos), pois oferecerá soluções a respeito de geração ou de adoção de tecnologia em função da concorrência.

Deve-se ainda somar as características do paradigma e da trajetória tecnológica aos elementos da estrutura industrial e estudar de que maneira as características da tecnologia, juntamente com as estratégias competitivas, colaboram para a formação das assimetrias tecnológicas.

1.2.1.1 A inserção da indústria na estrutura técnico-produtiva

Quando há essa inserção da indústria na estrutura técnico-produtiva ocorre, do lado da indústria, relações técnicas e econômicas com outros setores ocasionando um avanço no padrão técnico. A inserção da indústria ainda traz um conjunto de

determinações relativas à demanda e à tecnologia de produção.

Essas relações técnicas e econômicas destacam a importância de certas indústrias no processo de geração e de difusão de inovações. A indústria de bens de produção se destaca em gerar e difundir o progresso técnico, pois nesse setor a competição é muito acirrada e enfrentam uma demanda exigente em relação às determinações tecnológicas.⁷

PAVITT (1982), reconhece quatro tipos de indústrias:

- a) indústrias dominadas pelos fornecedores, ou *supplier-dominated*: inovações geradas por empresas externas à indústria e incorporadas aos equipamentos e aos insumos intermediários. O processo de inovação se dá nessas indústrias através da difusão de novos bens de capital e de novos insumos. Exemplos desse tipo de indústrias: têxtil, de papel e de madeira;
- b) indústrias intensivas em escala, ou *scale-intensive*: as inovações ocorrem tanto no produto quanto no processo de produção, o que é possível notar economias de escala. Outra característica importante nesse tipo de indústria é que as firmas tendem a ser relativamente grandes e integradas, produz grande parte de suas inovações e destina grandes recursos para as atividades de P&D. Exemplos desse tipo de indústrias: alimentos, manufaturas de metal, cimento e bens elétricos duráveis.
- c) indústrias de fornecedores especializados, ou *specialized-suppliers*: são, principalmente, as inovações de produtos que serão utilizados em outras indústrias. Caracterizam-se por serem pequenas e especializadas e interagem com os usuários. Exemplos desse tipo de indústrias: instrumentos de engenharia e de mecânica.
- d) indústrias baseadas na ciência, ou *science-based*: nestas indústrias o

⁷ No capítulo 3 será visto como a indústria bélica também é capaz de gerar e difundir tecnologia, tanto dentro do próprio setor como transferindo tecnologia para outros setores.

processo de inovação está conectado à oportunidade tecnológica criada com o surgimento de um novo paradigma tecnológico. Caracterizam-se por serem firmas grandes e intensivas em P&D. Destinam-se a fornecer bens de capital e bens intermediários a um grande número de indústrias. Exemplos desse tipo de indústrias: eletrônica e parte da indústria química⁸.

Os quatro tipos de indústrias reconhecidos por Pavitt mostram que há diferenças no processo de criação e de utilização de inovações tecnológicas. Contudo há a necessidade de incluir nos estudos a maneira de como as características da tecnologia podem afetar o processo de diferenciação intraindustrial, juntamente ao desenvolvimento da concorrência dentro da indústria.

As características e a evolução do paradigma e da trajetória tecnológica ajudam na hora de definir o nível e a distribuição das capacidades tecnológicas das firmas. Durante o processo é comum observar que algumas firmas apresentam capacidades superiores às de outras firmas, proporcionando vantagem competitiva, o que vem dar lugar a assimetrias tecnológicas.

As características da tecnologia que podem definir a passagem progressiva do nível e da distribuição das capacidades tecnológicas são pontadas por DOSI (1988):

- a) o grau de oportunidade tecnológica;
- b) a capacidade de apropriação privada das vantagens derivadas da inovação;
- c) o grau em que os conhecimentos associados à inovação são implícitos e propensos;
- d) a cumulatividade nas capacidades tecnológicas;
- e) as economias estáticas e dinâmicas associadas à inovação.

Existe uma inter-relação entre estas características, pois sozinha nenhuma

⁸ Esta monografia se interessa particularmente ao quarto tipo de PAVITT, na medida em que a indústria bélica aponta uma relação estreita com a ciência.

delas é suficiente para promover a inovação. O grau de oportunidade tecnológica está diretamente conectado à capacidade da apropriação privada dos diferenciais associados à inovação, mesmo assim, ainda possui uma dependência dos conhecimentos tecnológicos, da cumulatividade nas capacidades tecnológicas e da ocorrência de economias de escala estáticas e dinâmicas.

Normalmente muitos dos conhecimentos utilizados no processo de inovação, tanto na criação quanto na utilização da inovação, estão ligados diretamente às pessoas que trabalham na firma, assim não se pode encontrá-los em alguma literatura já existente.

Para que a firma consiga obter sucesso no processo de inovação, torna-se necessário que ela consiga reunir e acumular capacidades tecnológicas no decorrer de sua trajetória tecnológica, e deverá ter alcançado uma certa posição em relação à fronteira tecnológica.

Conforme ocorre uma melhoria na experiência e na utilização de uma inovação, a firma vai desenvolvendo um processo de aprendizado que irá proporcionar um aumento de produtividade. Esse processo de aprendizado leva a economias de escala dinâmicas. Empresas que conseguem ampliar com rapidez sua fatia de mercado, ou ainda aquelas que são as primeiras a ingressarem no mercado, poderão reduzir os seus custos de produção e uso de inovação através do aprendizado.

As economias estáticas de escala têm importância no final do processo de inovação, pois a tecnologia necessita de um certo tempo para que aconteça a maturação do processo.

Economias de escala podem também fluir de uma melhora na subdivisão das tarefas de pesquisa, de uma melhor utilização de equipamentos e pessoal especializados, da melhor exploração dos resultados de esforços de P&D.

1.2.1.2 As estratégias competitivas da indústria

Para se chegar a uma estratégia competitiva ao nível da firma, é necessário identificar características do processo decisório, devendo-se levantar três aspectos sobre as decisões empresariais: são tomadas quando ocorrem desequilíbrios no mercado e na estrutura interna dos recursos da empresa; quando há ocorrência de incertezas, principalmente quando se fala em mudança tecnológica; e quando há racionalidade limitada, que refletirá sobre o nível das capacidades tecnológicas e na capacidade da firma expressar e vigorar suas estratégias referentes à concorrência.

Para a firma tomar as suas decisões, ela parte de um estudo das condições de racionalidade limitada e de incerteza ligados à dinâmica capitalista, dispendo de certas normas que orientam o seu funcionamento frente aos estímulos do ambiente competitivo. A rotina como estratégia da firma. (NELSON e WINTER, 1982)

A melhor forma de armazenar conhecimentos é a manutenção das rotinas presentes na firma, que também irá auxiliar nas tomadas de suas decisões. Para poder tomar decisões há uma dependência em saber em que grau essa decisão irá afetar a sua estrutura interna de poder.

As estratégias competitivas nem sempre podem ser definidas somente através das rotinas da firma, deve-se levar em conta a estrutura técnico-produtiva da indústria, pois esta condiciona o tipo e a variedades das rotinas capazes de serem empregadas no processo decisório. Essas rotinas também dependem do histórico da empresa e do mercado, além da avaliação do contexto institucional e político em que elas operam.

As rotinas podem ser desde atividades cotidianas e previsíveis, que são as operações normais do processo de produção, até as chamadas de rotinas de busca, que visam revisar e modificar as rotinas existentes. As rotinas de busca estão relacionadas com o desempenho da firma no mercado e através dos resultados obtidos ela pode evoluir no seu processo de decisão.

A rotina deve ser encarada como a memória das suas capacidades, para elevar a relevância dos conhecimentos implícitos e a aprendizagem adquirida pela experiência e esforços realizados pela própria firma. Um motivo maior para que existam esforços de P&D ao nível da firma.

As rotinas manifestam um caráter dual, ele é restrito e diversificado ao mesmo tempo. A restrição se dá porque as rotinas se deparam com a limitação das atividades da firma, e a diversificação se dá porque as rotinas propõem um componente propenso, associado ao histórico anterior e ao desenvolvimento da concorrência.

Segundo DESA (1995) as firmas que fazem parte de um grupo estratégico seguem comportamentos similares ao longo das dimensões estratégicas da concorrência. Essas últimas referem-se aos distintos âmbitos de atividade da firma: produção, marketing, diferenciação de produtos, distribuição, integração vertical, diversificação produtiva e geográfica, exploração das economias dinâmicas de aprendizado, etc.

FREEMAN (1974, cap. 8), faz a distinção de estratégias relativas à inovação tecnológica dos grupos estratégicos dentro da indústria:

- a) estratégia ofensiva: as firmas que optam por esta estratégia, procuram ganhar a liderança técnica e a de mercado, colocando primeiro novos produtos no mercado. Caracterizam-se por serem intensivas em P&D, possuem uma quantidade elevada de engenharia de projetos e intensificam atividades de pesquisa aplicada. Possuem um relacionamento próximo com centros de pesquisa básica;
- b) estratégia defensiva: como na anterior, as que optam por esta estratégia também são intensivas em P&D, porém se diferenciam na natureza e no ritmo das inovações. Elas respondem com rapidez as inovações introduzidas pela firma líder, mantendo assim a sua participação no

- mercado. Caracterizam-se por possuir uma elevada capacidade em desenvolvimento e projeto experimental;
- c) estratégia imitativa: quando a tecnologia da indústria tende a se estabilizar, as que optam por esta estratégia disputam o mercado com eficiência. Necessitam de certas vantagens para competir com a firma líder. Deve possuir grande capacidade em engenharia de produção e projeto;
 - d) estratégia dependente: as firmas que optam por esta estratégia não realizam atividades de P&D, dependendo assim de técnicas criadas por outras firmas. Desempenham papel subordinado na indústria e são utilizadas quando ocorrem flutuações do mercado;
 - e) estratégia tradicional: aquelas que optam por esta estratégia exercem atividade em indústrias onde o dinamismo tecnológico diminuiu. As firmas não realizam atividades de P&D;
 - f) estratégia oportunista: aquelas que optam por esta estratégia procuram atuar no mercado sem precisar gastar com P&D. Ocupam um nicho ou oportunidade de mercado partindo de sua capacidade empresarial.

1.2.2 A Transformação da Estrutura Industrial

A interação dinâmica formada pelos elementos da estrutura técnico-produtiva e as estratégias competitivas que possuem as firmas da indústria é que determinam o padrão de evolução da estrutura industrial. As assimetrias nas vantagens competitivas das firmas estabelecem limites de estratégias possíveis nas diferentes esferas de atuação da firma.

O padrão de interação das firmas dentro de uma indústria é assegurado pela diversidade tecnológica e a diversidade de grupos estratégicos que há na indústria. As firmas definem as suas estratégias para induzir as mudanças na estrutura técnico-produtiva da indústria. Em um período subsequente, a indústria definirá as novas

limitações para o comportamento da firma e o desempenho da indústria.

O processo evolutivo de transformação industrial efetua-se através de mecanismos de seleção e busca, no sentido de pesquisa-observação. O mecanismo de seleção define *ex-post* o conjunto de rotinas da firma que são aprovados, ou não, pelo mercado. As firmas que possuírem as melhores rotinas poderão aumentar a sua participação no mercado, podendo ainda com isso proporcionar a entrada ou saída de firmas desse mercado. Já o mecanismo de busca, conforme os resultados obtidos na concorrência do mercado, ocasionará as modificações das rotinas da firma.

NELSON e WINTER (1982) mostram a interação e a simultaneidade dos mecanismos de busca e seleção. É através da ação conjunta da busca e da seleção as firmas evoluem no tempo, sendo que a condição da indústria em um período contém as sementes da sua condição no período seguinte.

Os resultados do desenvolvimento da concorrência são conseqüências de como se intensificam os processos que conduzem à estruturação ou à diluição das assimetrias competitivas dentro de uma indústria. Conforme o grau de intensidade relativa dos processos cumulativos reunidos à inovação e ainda do processo de difusão da inovação ocorridos pelos esforços de imitação é que se pode avaliar a evolução das assimetrias tecnológicas. A desigualdade na distribuição das capacidades produtivas, a redução dos custos e a ampliação das margens de lucro estão diretamente ligadas à ampliação da oportunidade tecnológica, principalmente se houver economias de escala e se a tecnologia for acumulativa e apropriável privadamente.

Quando a evolução do progresso técnico, a firma inovadora obtém lucros fantásticos, estarão protegidas por barreiras à entrada e à mobilidade, ganhando ainda mais fatias do mercado, induzindo que ocorra a expulsão das firmas atrasadas do mercado.

A diferenciação da estrutura do mercado depende das estratégias competitivas das firmas que disputam tal mercado. Quanto mais agressiva a estratégia da firma

inovadora, maior será a concentração do mercado, isso se as firmas atrasadas não forem fortes o suficiente para fazer frente à estratégia da firma líder. Pode ocorrer o inverso, quando a resposta por parte das firmas atrasadas forem fortes o suficiente para abafar as vantagens da firma inovadora.

1.2.3 Inovação e Difusão de Tecnologia

Destaca-se aqui, a importância da inovação e, principalmente, a difusão de tecnologia. No que diz respeito à inovação destaca-se a importância da concentração do mercado. Torna-se essencial salientar que a difusão será o ponto de seleção das firmas no mercado concorrencial, pois é através do grau de difusão da tecnologia que empresas não inovadoras procurarão ganhar parcelas do mercado.

1.2.3.1 Inovação tecnológica

Os estudos relacionados com a estrutura de mercado e a inovação, geralmente, partem das hipóteses schumpeterianas, que por um lado somente grandes firmas poderiam obter vantagens para inovar, pois seriam derivadas do aumento do custo das inovações e de economias de escala no processo de inovação. Já, de outro lado, haveria a necessidade de um certo grau de monopólio para que a firma conseguisse ampliar o poder de mercado para os novos produtos provenientes da inovação. Seria, ainda, necessário o autofinanciamento da inovação, e, por fim, seria indispensável à obtenção de altos lucros para poder manter uma base própria de cientistas, técnicos e administradores, que se fazem necessários no processo de inovação.

Procura-se dividir os estudos sobre a inovação tecnológica em duas partes. Na primeira são demonstrados os resultados advindos de estudos empíricos sobre a inovação, o tamanho ótimo da firma e a concentração do mercado. Na segunda, são demonstradas as dificuldades teóricas que se encontram em estudos convencionais

sobre inovação e estrutura de mercado.

As pesquisas apontam que não é uma regra para que as firmas grandes ou indústrias que possuem uma melhor concentração garantam vantagens significativas em se falando de processo de inovação. Nesses estudos há uma conclusão de que a partir de um certo tamanho de firma, as patentes e as atividades de P&D não evoluem proporcionalmente com o crescimento da firma. Conclui-se nos estudos que, nem sempre firmas de um tamanho grande são mais dinâmicas e progressistas, ou ainda que sejam capazes de produzir inovações técnicas de maior escala de importância. Contudo isso não pode ser encarado como regra, pois ocorrem grandes variações entre as diferentes indústrias. A grande maioria das pequenas firmas não realiza atividades de P&D.

Nos estudos realizados sobre a relação entre grau de monopólio e inovação, concluiu-se que há um certo favorecimento ao processo de inovação quando se tem um grau intermediário de concentração do mercado. A concentração do mercado ideal deveria misturar concorrência com monopólio, o que viria a facilitar uma evolução acelerada do progresso técnico.

Analisando agora a segunda parte, os estudos apontam que as hipóteses schumpeterianas apresentam problemas teóricos importantes. Estudos do tipo *cross-section* não levam em consideração em sua análise, a importância das diferenças na oportunidade tecnológica existente entre as indústrias. Deve-se levar em consideração aspectos particulares de cada indústria para a verificação baseada na experiência das diferenças sistemáticas na formação de inovações.

Uma outra dificuldade encontrada nos estudos é que as variáveis estruturais que são consideradas são o tamanho da firma e a concentração do mercado. Porém, em uma estrutura de mercado há um conjunto variado de elementos, tais como: as características da tecnologia; o nível e a distribuição das capacidades tecnológicas e a diversidade de estratégias competitivas que podem ser adotadas pelas firmas. Portanto,

são encontradas dificuldades de isolar ou medir os resultados obtidos de apenas uma variável do processo de inovação.

Relações entre desempenho da indústria e estrutura de mercado podem atuar em duas direções. Quando uma indústria é concentrada, ela pode somente ser concentrada apenas porque suas firmas são inovadoras.

1.2.3.2 Difusão de tecnologia

A difusão de tecnologia é parte integrante do processo de transformação da estrutura de mercado. Quando se lança no mercado uma inovação tecnológica, criam-se assimetrias tecnológicas, ocasionando vantagens e obtenção de renda diferenciada para a firma inovadora. A difusão de tecnologia, através das estratégias de concorrência das firmas, junto às decisões de imitação dos produtos e processos inovadores, conduz a uma diluição das vantagens, tornando assim o mercado mais equilibrado.

Esse equilíbrio depende das características da trajetória tecnológica, do grau e da distribuição das capacidades tecnológicas e das estratégias de concorrência das firmas, se elas são mais ofensivas ou defensivas.

Os mecanismos que agem no processo de difusão de tecnologia são o de seleção e o aprendizado. Para que a difusão através dos mecanismos de aprendizado ocorra de forma mais rápida é necessário que a oportunidade e a trajetória tecnológica sejam pequenas, que existam poucas economias de escala estáticas e dinâmicas, que exista um nível elevado de capacidades tecnológicas e que estas capacidades estejam bem distribuídas entre as firmas.

Quando se apresentam fortes assimetrias tecnológicas na indústria, em decorrência das firmas adotarem estratégias mais agressivas para ganhar o mercado, a difusão de tecnologia se dá através dos mecanismos de seleção, reduzindo a

participação das firmas atrasadas tecnologicamente e posteriormente a sua exclusão do mercado em que atua. Observa-se que quanto maior for as assimetrias tecnológicas iniciais na indústria, maior será a intensidade da seleção das firmas, excluindo as mais atrasadas e garantindo o domínio do mercado para as firmas inovadoras.

Durante o período do processo de inovação, há uma interação entre produtores e usuários da inovação. Durante a trajetória tecnológica acontece um processo de aprendizado na produção da inovação. Com esse aprendizado adquirido no processo, gera-se uma continuidade e um aperfeiçoamento na produção de inovações, o que certamente acarretará em redução de custos para o usuário da inovação, fazendo com que a demanda pela inovação aumente sensivelmente.

Com a difusão da utilização da inovação, ocorre uma ampliação do mercado consumidor dessa inovação, o que certamente propiciará uma elevação da rentabilidade dos seus produtores. A difusão tecnológica também pode gerar novos conhecimentos envolvendo suas propriedades técnicas e a possibilidade de uso alternativo, incentivando tanto a criação de novas tecnologias, quanto a atualização das que já existem.

O processo de transformação industrial está muito ligado ao processo de geração e difusão de tecnologia. A geração da tecnologia é encarada como o momento de ruptura do padrão tecnológico existente, e a difusão corresponde ao ajuste da estrutura técnica e econômica das firmas. O grau de intensidade, a distribuição do mercado e o tempo de maturação do processo dependerão das estratégias de concorrência de cada firma.

1.2.4 Evolução da Indústria

O padrão da evolução da indústria caracteriza-se por ser um processo contínuo e com propagação limitada, percebendo-se três etapas. Na primeira etapa, torna-se

necessário relembrar que, quando se define um novo paradigma tecnológico levam-se em consideração fatores econômicos, políticos e institucionais. Há um momento de ruptura com escolhas tecnológicas diversas e flexíveis. Quando surgem novos paradigmas aumenta-se a possibilidade de que firmas totalmente novas ou firmas que vêm de regiões tecnológicas próximas entrem no mercado e passem a disputar com as firmas já existentes.

Nessa etapa do processo, os fluxos de informação técnica são de extrema importância, e para que se possa obter êxito é necessário manter uma ligação com os agentes que fazem uso do produto e também com os agentes que produzem os conhecimentos científicos e tecnológicos.

Essa etapa caracteriza-se por haver a possibilidade de equilíbrio entre as firmas, pois as firmas são, geralmente, de pequeno porte e ao mesmo tempo em que se tem alta oportunidade tecnológica, não há ainda a existência eficaz de barreiras à entrada e barreiras à mobilidade. Há ainda a possibilidade de entrada de novas firmas na indústria, ampliando a variedade de produtos, ocasionando uma rápida elevação do nível de progresso técnico.

Nessa etapa, o desenvolvimento de novos produtos serve de base estratégica de concorrência.

Na segunda etapa do processo, acontece a dilatação da produção daquelas firmas que obtiveram êxito durante a primeira etapa do processo. O aumento da produção proporciona uma elevação no uso do produto, estimulando ainda mais as inovações de processo. Acontece então o desenvolvimento do chamado “círculo virtuoso de realimentação positiva”, ocorrida entre os produtores e usuários da inovação.

Nessa etapa, as barreiras à entrada e as barreiras à mobilidade irão aumentar, bem como as diferenças tecnológicas entre as firmas. As firmas já apresentam um tamanho de médio a grande porte. Ocorrerá então a seleção das firmas por parte do

mercado, eliminando as firmas mais atrasadas que não conseguiram acompanhar o processo de inovação.

Inicia-se nesse período um desencadeamento do desenvolvimento de economias estáticas e dinâmicas. Produzindo em larga escala se obtém uma maior eficiência na produção, porém uma menor flexibilidade. As estratégias da firma serão reformuladas com base nas exigências do mercado, tendo em vista a expansão do mesmo.

Uma maior importância deve ser dada em relação a necessidade de redução dos custos e dos preços dos produtos, para que a firma possa se manter no mercado, pois ocorre um acirramento da concorrência.

Na terceira e última etapa do processo de inovação, ocorre a maturação da indústria, fase em que a oportunidade tecnológica torna-se limitada. Nesse período do processo as firmas são especializadas e de grande porte, não há mais flexibilidade no processo de produção. Esse processo é automatizado e intensivo em capital.

Apesar do progresso técnico acompanhar um padrão regular e previsível, ainda ocorre alguma incerteza em relação às atividades de inovação, podendo variar de indústria para indústria no que diz respeito a mudanças na estrutura tecnológica, aos custos e margens de lucros.

Tornam-se oligopólios estáveis, contudo são ameaçados com o surgimento de outras inovações que podem acabar com a preponderância da tecnologia que é controlada pelas grandes firmas da indústria. Para amenizar a ameaça, os oligopólios tentam incrementar e diversificar ainda mais o seu produto, de modo a tentar manter a sua fatia do mercado, porém não consegue evitar que novas firmas entrem no mercado trazendo novos produtos e processos, quebrando assim o domínio do mercado por parte desses oligopólios.

Após a análise dos principais conceitos-chaves que estão ligados à indústria e a tecnologia, estuda-se no segundo capítulo deste trabalho, o processo de inovação a

partir de três estruturas de pensamento. O objetivo será tentar compreender de que forma essas três estruturas de pensamento integram ou não os conceitos analisados neste primeiro capítulo.

2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DE TRÊS ESTRUTURAS DE PENSAMENTO

O Objetivo deste capítulo é compreender as interpretações do processo de inovação a partir de três estruturas de pensamento. Dito diferentemente, tem-se a necessidade de saber como essas estruturas de pensamento constroem e entendem o processo de inovação.

Assim, a fim de precisar esse conceito, empresta-se o conceito de inovação de FONSECA e MIGNOT (2003, p. 105-106), onde:

(...) nous définissons l'innovation (le changement technique) comme un processus à travers lequel l'économie adopte une nouvelle technologie en adaptant sa structure productive. Cependant, dans les sciences du vivant, le processus d'innovation va plus loin et se décompose en deux étapes. La première se rapporte aux activités de recherche et consiste à inventer des techniques centrées sur l'identification de séquences et la modification du patrimoine génétique, et la seconde consiste à développer ces techniques en les adaptant aux contraintes industrielles et aux marchés. L'étape de recherche s'appuie sur les découvertes issues de la recherche fondamentale d'où seront extraites les techniques qui fonderont le génie biomoléculaire. Cette étape qui représente le passage d'une connaissance issue de la recherche fondamentale vers une technique recouvre trois domaines d'intérêt : la production de la connaissance, la technique et la production industrielle.⁹

Nesse sentido é possível identificar também que ao evocar a definição acima onde a produção de conhecimento, a técnica e a produção industrial são as linhas condutoras do processo de inovação, quatro elementos (ou fatores) aparecem de forma

⁹ Fonseca, J.W.F; Mignot, J-P. 2003 ; La construction des relations Recherche –Industrie dans les Sciences du Vivant: problèmes théoriques et pratiques. In L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant; L'Harmattan, Troisième chapitre, p. 105-106, 2003. Tradução : (...) definimos a inovação (a mudança técnica) como um processo através do qual a economia adota uma nova tecnologia adaptando sua estrutura produtiva. Todavia, nas ciências da vida, o processo de inovação vai mais longe e se decompõem em duas etapas. A primeira está relacionada às atividades de pesquisa e consiste a inventar técnicas centradas na identificação de seqüências e a modificação do patrimônio genético, e a segunda consiste em desenvolver essas técnicas adaptando-as as dificuldades industriais e as do mercado. A etapa de pesquisa se apóia sobre as descobertas resultantes da pesquisa fundamental. Esta etapa que representa a passagem de um conhecimento resultante da pesquisa fundamental para uma técnica recobre três domínios de interesse: a produção de conhecimento, a técnica e a produção industrial.

incontornável: a ciência, a técnica, a história e o tempo¹⁰.

Com efeito, ao ser analisado o processo de inovação parece incontornável identificar esses elementos para compreender essas linhas condutoras.

Dessa forma, ao serem analisadas as estruturas citadas procurar-se-ão identificar se esses elementos aparecem como forma explicativa do processo de inovação.

2.1 TRÊS ESTRUTURAS DE PENSAMENTO NO CURSO DA HISTÓRIA

Num recente trabalho de FONSECA (2004), o autor demonstra que é possível identificar o processo de inovação no curso da história, a partir de três escolas de pensamento que apresentam interpretações diferentes: a escola neoclássica/pós-keynesiana, a escola schumpeteriana e a escola evolucionista.

Segundo FONSECA (2004, p. 2):

A primeira estrutura de pensamento é marcada pelas preocupações dos neoclássicos e pós-keynesianos, onde se sublinha o papel do mercado no desenvolvimento do progresso técnico. Conforme suas interpretações, as pressões da concorrência e os preços induzem comportamentos inovadores em uma ou em outra direção e provocam modificações nas relações entre quantidades dos fatores utilizados. Constata-se que a inovação possui um conteúdo tecnológico não redutível às quantidades de fatores, e que a firma utiliza as tecnologias de forma antes de tudo dinâmica, a fim de exercer uma ação positiva sobre seu meio ambiente¹¹.

Quanto à escola neoclássica, FONSECA (2004, p. 3) mostra igualmente que:

(...) sua análise repousa sobre a hipótese da racionalidade perfeita dos atores, com o objetivo de maximização do lucro para as firmas e a maximização da satisfação para os consumidores. A única função das firmas é transformar os inputs em produtos. Assim, a firma se reduz a uma “caixa preta” que transforma recursos em bens e serviços, adaptando-se ao seu meio ambiente, notadamente em caso de progresso técnico.

Concernente ao pensamento pós-keynesiano, FONSECA (2004, p. 3) destaca:

¹⁰ Dado o espaço deste trabalho, não será analisado aqui as variáveis história e tempo.

¹¹ Não será analisada a estrutura pós-keynesiana nesse trabalho.

“...ele é marcado nitidamente por uma visão mais macroeconômica do que microeconômica.”

A segunda estrutura de pensamento demonstrada em FONSECA (2004, p. 4) nos revela que: “...é marcada pelas preocupações de integração dos processos de inovação no seio das análises industriais. Portanto, volta-se a uma percepção schumpeteriana do progresso e após a uma percepção evolucionista, onde a tecnologia não poderia ser considerada como um dado. Nesse sentido, a inovação constitui a introdução de novos produtos ou processos no mercado.”

A terceira estrutura de pensamento que se pode emprestar de FONSECA (2004, p. 4-5) mostra que:

(...) é marcada por uma sorte de rejeição das abordagens macroeconômicas da teoria da inovação. Neste período nascem os conceitos de trajetória tecnológica, potencial tecnológico e paradigma tecnológico para mostrar uma renovação das abordagens sobre a mudança tecnológica. Neste sentido, a inovação está associada aos esforços de pesquisa e de desenvolvimento dos laboratórios e das empresas, graças aos esforços de aprendizagem. Neste período aparecem os determinantes do avanço técnico a partir das análises de Dosi (1984) « Technical Change and Industrial Transformation », Nelson et Winter (1982) « An evolutionary theory of economies change ». Dosi construiu um modelo que tornou possível explicar as determinações e as direções da mudança tecnológica. Esse modelo permite compreender como certas tecnologias tornam-se dominantes e como elas evoluem num contexto que também muda. Nesse modelo, o comportamento e a estratégia das empresas são determinadas pelas seguintes condições estruturais: as condições da empresa, as condições do setor e as condições do regime tecnológico. Essas condições definem os graus de liberdade que as empresas possuem para a ação. No que concerne à trajetória tecnológica, Dosi define um modelo de solução normal dos problemas num paradigma tecnológico. Cada paradigma tecnológico apresenta procedimentos e mecanismos de pesquisa específica e uma lógica para o tipo de soluções encontradas que caracterizam o desenvolvimento das tecnologias no curso do tempo. A idéia de progresso em um paradigma é o resultado dos melhores trade-offs entre todas as dimensões: campo de aplicação, tecnologia de material, propriedades físico-químicas para explorar, dimensão tecnológica e econômica. A principal contribuição de Nelson e Winter foi sobre o meio ambiente econômico e social. Segundo esses autores, esse papel é muito importante na seleção da trajetória tecnológica. O meio ambiente não modifica as possibilidades contidas numa tecnologia e não modifica uma trajetória tecnológica determinada, mas discrimina e seleciona as trajetórias dominantes por conta de vários fatores. Nelson e Winter sublinham também a importância crescente dos elementos extra-mercados, como os elementos políticos institucionais, financeiros, o comportamento dos consumidores, etc., particularmente em alguns setores, e ainda sobre a necessidade de dominar as relações entre inovações-benefícios, tendo em conta a especificidade de cada setor e da importância da relação imitação-benefício.

Em face dessas estruturas de pensamento e sua importância para a presente monografia, a construção a seguir está definida como segue: será elaborada uma análise, num primeiro momento dos principais autores da escola neoclássica, para num segundo momento analisar a interpretação schumpeteriana e por fim analisar os principais autores da escola evolucionista.

2.2 A CORRENTE NEOCLÁSSICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Quando se pensa na escola neoclássica como campo de estudo, parece importante sublinhar que não se pode pensar nessa escola sem pensar na teoria da firma que é sua construção. Conforme ANGELIER (1997, p. 17-18): “Nesta construção, a firma é definida por três elementos: o chefe da empresa, racional, é o único que toma as decisões; uma função de produção e uma função de custos, que traçam as barreiras tecno-econômicas onde se constrói a empresa; o objetivo da empresa é único: a maximização do lucro.”

Nesse sentido na construção teórica neoclássica, a firma é apreendida não como o objeto de análise, mas simplesmente como uma ferramenta permitindo demonstrar a existência do equilíbrio parcial e de caracterizá-la em função das estruturas do mercado. Na verdade, a firma dessa teoria é uma abstração que não corresponde à firma da realidade.

Dessa forma seleciona-se os principais autores da teoria neoclássica que mostram um certo avanço no estudo do processo de inovação, mesmo se eles não fazem de forma explícita. Trata-se aqui de analisar alguns pontos importantes em WALRAS¹², PARETO¹³, MARSHALL¹⁴ e HICKS¹⁵.

¹² WALRAS, L. **Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura**. Nova Cultural, 1988. (Os Economistas).

¹³ PARETO, V. **Manual de Economia Política**. Nova Cultural, 1984. (Os Economistas).

¹⁴ MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. Nova Cultural, 1985. (Os Economistas).

¹⁵ HICKS, J. R. **Valor e Capital**. Nova Cultural, 1987. (Os Economistas).

2.2.1 Principais Pontos em Walras para a Análise do Processo de Inovação

Dentro da escola neoclássica, um dos pontos importantes do pensamento de Walras é que ele destaca a riqueza social como o conjunto das coisas raras, ou seja, as coisas materiais e imateriais que são úteis e que são encontradas em quantidade limitada. Nesse sentido, o que torna as coisas úteis e raras tem três conseqüências: elas devem ser apropriáveis, valiosas e permutáveis e produzíveis ou multiplicáveis industrialmente.

Tudo o que possui quantidades limitadas são apropriáveis e são, de fato, apropriadas. As coisas úteis limitadas são valiosas e permutáveis, a pessoa que tem uma certa coisa rara em quantidade pode trocar por outra coisa rara da qual não possui. O que possui quantidade limitada pode ser produzido ou multiplicado industrialmente através de esforços regulares e sistemáticos. Dentro dessa idéia geral, a apropriação, o valor de troca e a indústria são os grupos criados pela limitação da quantidade das utilidades das coisas raras.

Todas as coisas úteis que possuem uma quantidade limitada têm os seus inconvenientes, como a própria limitação. Outro inconveniente pode ser, que determinado produto não tenha uma utilidade direta ao consumidor, mas apenas a utilidade indireta na sua satisfação. Na maioria dos produtos é necessário que ocorra uma transformação desse produto, tal como a lã de carneiro, que para o consumidor de nada adianta possuir a lã se a sua necessidade é a roupa. Para que ocorra a satisfação do consumidor há a necessidade de transformar a lã de carneiro em tecido e, posteriormente transformar o tecido em peças do vestuário. Conforme o exemplo citado, a indústria se encarrega de transformar as utilidades indiretas em utilidades diretas para o consumidor.

Essas etapas de transformação são também chamadas de operações industriais, dentre elas pode-se citar as operações técnicas, que consistem em ampliar as

quantidades plantadas e dos animais que servem para a alimentação e o vestuário, e também uma segunda série de operações industriais, que diz respeito à organização econômica da indústria que consiste na divisão do trabalho, pois se não houvesse essa divisão todos teriam que plantar, criar animais, transformar as coisas úteis indiretas em produtos de satisfação direta para suprir as suas necessidades de diversos produtos.

Se cada ser humano fosse ao mesmo tempo agricultor, padeiro, alfaiate, engenheiro, etc., produziria apenas para suprir as suas necessidades, nem produzindo mais, nem menos. Porém, quando ocorre a divisão do trabalho, deve ocorrer a proporcionalidade da produção, para que não haja produção demasiada de um produto e uma produção muito inferior às necessidades de outro produto.

A riqueza social é o conjunto das coisas materiais e imateriais que são úteis e que são encontradas em quantidades limitadas e são divididas em capital e rendimento, onde o capital serve para ser utilizado por mais de uma vez, o seu consumo se dá somente no longo prazo: a casa, a máquina, um móvel, etc. Já o rendimento é qualquer espécie de riqueza social que tem o seu consumo de forma imediata, que serve para ser utilizado apenas uma vez: pão, carne, matérias-primas, sementes, etc.

Essencialmente, os rendimentos surgem de forma direta ou indireta, dos capitais. Dito anteriormente, os capitais são consumidos ao longo do tempo em que vão sendo utilizados diversas vezes. O produto dessas utilizações sucessivas é de fato uma sucessão de rendimentos.

Dentro do conjunto da riqueza social, pode-se destacar as categorias principais dos capitais e rendimentos. Classificam-se em uma primeira categoria as terras: sejam elas privadas ou públicas, que produzam árvores ou frutos, legumes e cereais, ou ainda que ostentem casas e edifícios, empresas, oficinas, ou que tenham a sua utilidade como vias de comunicação, como ruas, caminhos, estradas de ferro, etc. Observando a utilização das terras, pode-se dizer que elas sobrevivem à primeira utilização, e a sucessão de utilizações que são feitas constitui o seu rendimento. Esta é

a primeira categoria de capitais, os capitais da terra ou fundiários que fornecem os rendimentos ou serviços fundiários, também chamados de rendas da terra.

Classificam-se na segunda categoria de capitais, as pessoas: as que não trabalham, as que estão a serviço de outras pessoas, os funcionários públicos, operários da indústria, comércio e agricultura, profissionais liberais, etc. As pessoas são capitais, pois subsistem ao primeiro serviço prestado e a série de serviços que prestam constitui o seu rendimento. Os capitais pessoais que fornecem os rendimentos ou serviços pessoais, também chamados de trabalho.

Na terceira categoria classificam-se todos os outros valores que são valores capitais, que não são terras nem pessoas: casas de moradia, empresas, usinas, oficinas, armazéns, árvores, animais, móveis, carros, máquinas, equipamentos e utensílios, etc. Todos os acima citados são produtores de rendimentos. Os capitais mobiliários ou capitais propriamente ditos produzem os rendimentos ou serviços mobiliários, também chamados de lucros.

Na quarta categoria são enfocados os rendimentos: são os objetos de consumo, como trigo, pão, vinho, cerveja, frutos, combustíveis, etc; e matérias-primas, como adubos, sementes, madeiras, metais, tecidos para confecção, etc, materiais que se transformarão em produtos, portanto desaparecerão.

Os capitais fundiários, pessoais e mobiliários vistos como produtores de serviços produtivos, produzem os rendimentos que são transformados em produtos pela agricultura, indústria e comércio. Nesse caso são capitais somente aqueles que estão envolvidos diretamente com a produção.

Walras cita em sua obra por diversas vezes a técnica da produção (ou o processo de transformação de uma “coisa” em outra “coisa”), contudo não a põe em evidência na sua totalidade. Não despreza que existe a técnica, pois até comenta que há a transformação de matérias-primas em produtos e que essa transformação tem uma seqüência de atividades a ser cumprida para que se obtenha o produto para o

consumidor. Para Walras a técnica é apenas um dado, enquanto a ciência não é abordado em sua obra.

2.2.2 Principais Pontos em Pareto para a Análise do Processo de Inovação

O ponto focal de análise de Pareto é a transformação dos objetos econômicos. Segundo ele, pode-se ocorrer a transformação de maneiras distintas: pode ocorrer a troca de mercadorias, cedendo uma mercadoria em recebimento de outra; pode-se transformar a mercadoria por meio da produção própria, ou seja, o proprietário da mercadoria transforma ele mesmo em outro produto que deseja, ou ainda procurar uma outra pessoa para que efetue a transformação da mercadoria em produto.

O processo de produção ou de transformação será chamado de produção objetiva ou de transformação objetiva. No processo de transformação objetiva, pode-se distinguir pelo menos três categorias de transformações: 1) a transformação material, por exemplo, a transformação do trigo em pão. 2) a transformação no espaço, por exemplo, o café do Brasil transformado em café na Europa. 3) a transformação no tempo, por exemplo, a colheita do trigo atual conservada e utilizada em um futuro próximo.

Pareto demonstra que existem três fatores de produção (a natureza, o trabalho e o capital) que não tem sentido. Falta compreender por que a natureza está separada do trabalho e do capital, como se os últimos não fossem coisas naturais. Ele faz uma análise crítica aos neoclássicos que o antecederam. Afirma que teorias completamente falsas surgem quando muitos dizem que os fatores da produção são a terra, o trabalho e o capital, ou que são atribuídos apenas ao trabalho, ou ainda que o trabalhador só oferecerá sua força de trabalho ao capitalista quando não houver mais terra disponível. A produção nada mais é do que a transformação de certas coisas em outras coisas, e que uma gama diferenciada de produtos pode ser obtida através da terra, do trabalho e

do capital.

Pareto se preocupa em mostrar que várias teorias são falsas, contudo deixa de explicar como ocorre a transformação dos produtos. Vale ressaltar ainda que no processo de transformação de Pareto, a técnica é apenas um dado e a ciência exógena ao processo.

2.2.3 Principais Pontos em Marshall para a Análise do Processo de Inovação

Um dos principais pontos da análise de Marshall é apresentar as dificuldades do estudo, sendo uma das delas o elemento tempo, considerado por ele a fonte de muitas das maiores dificuldades em Economia. Quando há procura de uma determinada mercadoria, se faz necessário reunir dados completos e dignos de crédito, enquanto esse levantamento é feito podem ocorrer alterações durante o período de tempo utilizado. Conforme MARSHALL (1985, p. 110): “Essa dificuldade é ainda agravada porque, em Economia, é raro que uma causa produza todos os efeitos de uma só vez e é comum que esses persistam muito depois de a causa ter desaparecido.” É o caso do poder aquisitivo do dinheiro, pois está em constante alteração. Existem modificações na prosperidade, no poder aquisitivo da sociedade, no crescimento populacional, da riqueza, dos gostos e hábitos dos consumidores, novas utilidades das mercadorias e a descoberta, aprimoramento ou redução de preços de artigos utilizados como substitutos.

Outro ponto importante é a aprendizagem industrial para que possa ocorrer o aumento da eficiência em sua produção. Existem pessoas que já nascem com dons artísticos, porém pouca dotação de espírito prático, ou ainda o inverso. Mas existe o condicionamento de um povo, que em circunstâncias favoráveis e no decurso de poucas gerações, que possa desenvolver certas aptidões com elevada rapidez, tanto na ordem intelectual quanto artística. Segundo ele, algumas das grandes conquistas das

pessoas na arte e na literatura, têm o seu auge no tempo da sua mocidade, enquanto que na ciência moderna, há a necessidade de uma imensidão de conhecimentos, que só depois de um certo tempo de estudos é que se pode alcançar alguma criação original, perdendo assim o espírito da juventude. Uma nova criação, em qualquer momento, é considerada inferior em relação ao processo de uma época anterior, porque essa nova criação dificilmente se aplica na prática com a sua eficiência plena, geralmente uma invenção que se destaca em determinada época, foi desenvolvida em momento anterior. (MARSHALL, 1985)

A questão do trabalho especializado e do não-especializado talvez não seja de tão fácil identificação na análise de Marshall, pois mesmo o trabalho realizado na operação de máquinas é considerado totalmente mecânico e não-especializado, não dependente de nenhuma habilidade fora do normal para realizar a tarefa. Segundo ele, é provável que uma pequena parcela da população mundial possui as faculdades mentais e morais, inteligência e o domínio sobre si mesmo na qual se faz necessário para realizar tarefas nesse sentido.

O trabalho especializado tem as características de requerer do trabalhador a capacidade de se ter em mente várias coisas ao mesmo tempo, ordenadas em uma lógica de seqüência de operações e realizadas no seu tempo previsto, deve possuir também a habilidade de agir prontamente para resolver os problemas que podem surgir, também deve ser constante e digno de confiança. Portanto, um trabalhador especializado pode mudar o seu ofício, mantendo um padrão de eficiência de certa forma elevado, podendo se familiarizar com novos métodos especiais com facilidade e rapidez.

Assim, como ocorre em Walras e Pareto, em Marshall a técnica e a ciência são apenas variáveis aceitas mas não inclusas em suas dinâmicas de inovação.

2.2.4 Principais Pontos em Hicks para a Análise do Processo de Inovação

O principal apontamento de Hicks é dar sentido à teoria do ciclo comercial e para isso tem-se a necessidade de enfatizar o investimento proporcionado pela invenção e a inovação, não apenas no tocante à criação de novos métodos de produção nem somente a inserção de novos produtos no mercado, mas também se deve observar a alteração nos gostos dos consumidores. Hicks apresenta um exemplo em que um deslocamento da demanda de um bem de consumo x para um bem de consumo y , fornecerá um estímulo à demanda dos insumos para produção de y . Haverá, portanto, uma redução da demanda de mão-de-obra e de insumos necessários à produção de x .

A inovação é tratada por ele como um processo autônomo e não existe restrição da técnica, existem apenas restrições ao crédito: “... duas formas segundo as quais um *boom* geral pode chegar ao fim; pode ser morto pela restrição ao crédito, ou pode morrer por ter se esgotado.” (HICKS, 1987, p. 239)

Igualmente, HICKS (1987, p. 241) supõe que existe um ciclo:

Na verdade, não há nenhum motivo para se supor que as inovações sejam muito irregulares; e se não são, só isso já é razão suficiente para que um ciclo – mesmo um ciclo bem regular – se desenvolva, pois, como vimos, a primeira expansão causada por um índice de inovação acima da média leva a uma segunda expansão; e, nessa situação de boom, o índice de inovação autônoma deixa de ser, durante certo tempo, a principal determinante da atividade comercial.

A expansão gera o surgimento de novas inovações que, se não houvesse esse *boom*, poderiam nunca ter surgido, ou ainda, essas inovações serem criadas muito antes de seu surgimento normal.

2.3 A CORRENTE SCHUMPETERIANA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO

As obras de Schumpeter repousam sobre a análise do desenvolvimento econômico que terá como resultado o conceito de dinâmica econômica. Esse trabalho

se interessa particularmente ao aspecto do processo de inovação e para isso tem-se como referência as duas obras básicas: *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*¹⁶ e *Capitalismo, Socialismo e Democracia*¹⁷.

Schumpeter construiu a teoria do desenvolvimento econômico a partir de um modelo de cadeia circular, caracterizada por uma repetição contínua de magnitudes econômicas, sem modificação e numa situação perfeita de equilíbrio do mercado que está em perfeita correspondência com o modelo de equilíbrio geral desenvolvido por Walras. Nesta abordagem, as empresas reduzem suas incertezas a partir da demanda e facilitam o ajustamento da oferta graças a aprendizagem pela experiência. Nesse modelo, o produto se distribui pela remuneração do fator trabalho e pelo fator terra.

Para centrar sua problemática, Schumpeter faz uma distinção entre o desenvolvimento econômico e o crescimento econômico, sendo o crescimento econômico definido como um simples aumento da produção e da riqueza, mas sem nenhum fenômeno novo. Para Schumpeter, as mudanças que impulsionam o desenvolvimento são espontâneas e descontínuas, mas provocam transformações qualitativas e transformações de ruptura na dinâmica econômica. Dessa forma Schumpeter exclui as mudanças endógenas contínuas (crescimento), e as exógenas (guerras, revoluções e crescimento da população).

O mais importante em Schumpeter que interessa aqui é que ele observa que as forças que impulsionam essas mudanças na economia não são geradas no seio do consumo (demanda) mas no domínio da produção. Mais concretamente, o desenvolvimento econômico é constituído pela introdução descontínua de novas combinações de meios produtivos. Estas novas combinações fundam o conceito de inovação utilizada por Schumpeter. Essas combinações podem ser resumidas da forma

¹⁶ SCHUMPETER, J. A. *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Fundo de Cultura, 1961.

¹⁷ SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Zahar, 1984.

que segue:

- a) a introdução de um novo bem econômico;
- b) a introdução de um novo método de produção;
- c) a abertura de um novo mercado;
- d) a aparição de novas matérias-primas;
- e) a criação de uma nova organização qualquer numa posição de monopólio.

Dessa forma o processo de inovação em Schumpeter pode ser compreendido a partir de qualquer uma das cinco combinações.

Todavia, é importante notar aqui que Schumpeter considera tanto as inovações tecnológicas como as inovações não tecnológicas.

Ele utiliza pela primeira vez o conceito de desenvolvimento técnico para fazer referência às inovações que consistem a introduzir novos métodos de produção.

Somente a partir da obra: *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, que Schumpeter vai introduzir uma nova perspectiva para integrar a inovação.

Nesta obra, Schumpeter aborda a análise do capitalismo em termos históricos, onde ele é considerado como um sistema dinâmico em constante evolução e periodicamente revolucionado pelas inovações que desaparecerão pelas próprias realizações.

O conceito de inovação em Schumpeter não aparece associado aos conceitos de desenvolvimento ou de evolução econômica. Na verdade a idéia de capitalismo em Schumpeter se apóia sobre a existência de um processo de mutação industrial que revoluciona a estrutura econômica a partir do interior, destruindo os antigos fatores e criando novos. Esse processo de destruição criadora constitui a realização essencial do capitalismo. É possível reconhecer aqui a importância do processo de inovação em Schumpeter.

Após esta breve leitura sobre os pontos principais das obras de Schumpeter,

será exposto a seguir de que forma o conceito de inovação em Schumpeter parece frágil face ao processo de inovação na indústria bélica brasileira.

2.3.1 Os Principais Problemas em Schumpeter para Compreender o Processo de Inovação na Indústria Bélica Brasileira

O sistema econômico está sujeito às alterações nos métodos de produção e, por isso, há a necessidade de ocorrer ciclos econômicos, envolvendo crescimento e depressão, fenômenos esses que fazem parte de um sistema capitalista.

No pensamento de Schumpeter, os acontecimentos tais como guerras, epidemias, catástrofes, entre outros fatores externos, provocam perturbações nos ciclos econômicos, contudo não é possível analisá-los economicamente por terem um caráter isolado.

Em um sistema onde não ocorrem inovações pode-se dizer que é um sistema estático, pois não poderia haver um incremento na propensão a consumir, não se alteraria os métodos de produção nem mesmo poderia ocorrer uma ampliação nos equipamentos para que houvesse um aumento da produção, somente haveria a substituição dos equipamentos que já não pudessem mais ser utilizados.

Já em um sistema onde existe a inovação dos métodos de produção e o aperfeiçoamento da maquinaria e do trabalho, ocorre uma busca pela lucratividade, ampliando a concorrência, fazendo com que haja a atração de capitais para investimentos, expandindo o crédito, ampliando os rendimentos e portanto proporcionando um aumento na demanda, nos preços e nos salários.

Ocorre uma contínua expansão até o momento em que as inovações chegam a um ponto de saturação ou a um equilíbrio estático, permanecendo nesse ponto até que se apresente um novo modelo de inovação que irá quebrar essa estática, proporcionando um novo ciclo de crescimento.

Algumas críticas apontadas sobre a obra de Schumpeter *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, como inadequada e incompleta. Os que criticam a obra tratam as inovações tecnológicas como uma força de fator exógeno.

O aperfeiçoamento dos trabalhadores e da maquinaria é fator determinante das leis do trabalho, visto economicamente, portanto a importância das inovações para que sejam objetivos de estudos específicos dentro da Economia Política. A inovação técnica não pode ser considerada como fator exógeno, pois ela é muito importante para o crescimento econômico, tendo um caráter de natureza econômica.

Os economistas contemporâneos de Schumpeter se preocupavam apenas com o aumento da população, a formação de capital e os rendimentos decrescentes da agricultura, deixando de lado os aspectos tecnológicos. Alguns, como David Ricardo, acreditavam não haver possibilidade de inovar as técnicas no setor agrícola.

Analisando a história, o crescente processo das transformações se dá a partir da Revolução Industrial. Com o aumento da demanda e a expansão da política mercantilista da economia da Inglaterra, surgiram as necessidades de inovações técnicas, tais como: procedimentos científicos na criação, modernização da higienização, sanidade e alimentação do rebanho ovino; tudo isso tendo em vista a expansão das exportações do setor têxtil.

Historicamente havia um desinteresse em inovar técnicas de produção, pois não existia a necessidade de se produzir em larga escala. O aparecimento da máquina a vapor foi o grande marco histórico do sistema fabril. Essa inovação provocou revolução também no sistema de transportes, pois com o aumento da produção se fez necessário dispor de um sistema de transportes capaz de escoar a produção com maior eficiência.

Definindo as inovações tecnológicas pode-se distingui-las em inovações de processos, que correspondem às modificações no instrumental de trabalho para obter uma expansão da produtividade. Já as inovações de produtos correspondem ao

lançamento de novos produtos a partir de mudanças tecnológicas nos equipamentos.

Visto economicamente, o avanço técnico tem por objetivo reduzir gastos e maximizar os lucros. Ocorre uma implementação em maquinarias que visa aumentar a produção, e, também a implementação de novas habilidades dos trabalhadores, com o objetivo de melhorar os métodos de trabalho.

Há porém a situação em que o avanço tecnológico pode produzir efeitos negativos sobre o volume de empregos, com conseqüências na demanda final de bens de consumo. Alguns especialistas, analisando em termos macroeconômicos, dizem que os efeitos das inovações se equilibram mutuamente, pois os novos processos contraem o consumo, redistribuem a renda em favor do capital, reduzindo assim o nível de emprego. (MARTINS, 1985)

Contudo, com a política inovadora, ocorre a expansão dos setores que produzem bens de capital, com isso novos produtos são lançados, ampliando a oferta de empregos, e dada essa oferta, ocorre o aumento do nível salarial, pois há necessidade de um aprimoramento da mão-de-obra.

Isto tudo só é válido se a comunidade econômica estiver servida de uma densidade científica e tecnológica endógena. Ao contrário, se a comunidade econômica não estiver servida de tecnologia endógena, será necessário a “transferência tecnológica”¹⁸ de outras comunidades.

Uma grande parte da população mundial é dependente de C&T produzidas nos países desenvolvidos. A venda de uma tecnologia, ou seja, a transferência de tecnologia, tem um preço relativamente alto, pois a tecnologia é um bem econômico sujeito às relações do mercado.

Contudo é necessário saber se a transação se refere à tecnologia e ao

¹⁸ Transferência Tecnológica é o processo no qual se difunde parte do conhecimento através de publicações, intercâmbio de técnicos e pesquisadores ou, ainda, e em último caso, por imitação do processo produtivo.

equipamento ou tão somente à tecnologia, ou dito de forma diferente, no primeiro caso a transação seria uma “transferência tecnológica implícita”, por exemplo, com a venda de uma máquina, estariam embutidos o preço de fabricação do material (insumos e fatores), o preço da tecnologia (a parcela da remuneração dos investimentos nos programas de desenvolvimento científico, dos testes e da assistência técnica) e por fim, o custo das patentes e marcas. No segundo caso, a transação seria uma “transferência tecnológica explícita”, onde o objetivo é a concessão para a fabricação de um certo modelo de máquina, onde estariam embutidos os preços da patente e da marca bem como o preço da elaboração do projeto, engenharia e assistência técnica.

2.4 A CORRENTE EVOLUCIONISTA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO: OS PRINCIPAIS TRAÇOS DA TEORIA EVOLUCIONISTA

Em sua obra clássica *Technical Change and Economic Theory*, DOSI (1988), define o campo de estudo da inovação remarcando os seguintes aspectos: a pesquisa, a descoberta, a experimentação, o desenvolvimento, a imitação, a adoção de novos produtos, processos ou esquemas de organização. Ele resume em seguida os principais traços da Economia da Inovação, ou seja os elementos pertinentes que devem, segundo ele, estruturar esse campo de análise econômica, quais sejam :

- a) o processo de inovação técnica é marcado pela incerteza. Não somente no sentido de falta de informação, mas, radicalmente na medida em que os problemas técnico-econômicos somente podem ser associados a procedimentos de solução a priori conhecidos;
- b) a inovação, nos dias de hoje, provem largamente de oportunidades tecnológicas produzidas pelas descobertas científicas;
- c) as atividades de pesquisa das firmas parecem se formar cada vez mais na estrutura integrada das firmas;
- d) uma das formas de complementaridade da pesquisa está associada à

- aprendizagem pela utilização (no sentido de Rosenberg);
- e) as formas do progresso técnico não constituem mudanças, em resposta simples e evidente às condições dos mercados; a direção do progresso técnico é definida pelo “estado da arte” das tecnologias em uso. A probabilidade de ocorrer a mudança técnica é antes de tudo explicada pelo nível tecnológico já existente. E por conta disso que o progresso técnico é acumulativo;
 - f) a capacidade diferente dos setores em dirigir as mudanças técnicas, à desenvolver o processo de inovação, à adotar objetos técnicos, à se apropriar de novos conhecimentos, etc.

Em relação à esta abordagem a corrente evolucionista representada também, e principalmente, por NELSON e WINTER (1982) com sua obra *An Evolutionary Theory of Economic Change* mostra que os quadros da vida econômica são construídos por agentes racionais, mas limitados. Nesse sentido, para eles, as firmas não são “robôs maximizadores”, e nem “máquinas que otimizam”, mas organizações. Considerando o meio ambiente o qual a firma está inserida, aquelas firmas que apresentam regras de decisão se desenvolvem, outras regridem e desaparecem.

Nesse sentido a firma não somente é um agente ativo num mundo em desequilíbrios (contra-ponto aos neoclássicos que propõem e partem de um equilíbrio geral), mas uma organização socializada onde certos processos de decisão podem ser bloqueados. Os fatores institucionais são fundamentais e exercem influências sobre o vigor do crescimento das firmas e do progresso técnico. É necessário remarcar aqui que as informações cujas firmas dispõem representam elevados custos, mas também são necessariamente limitadas. O funcionamento das firmas repousa igualmente sobre algumas “rotinas”.

A partir dessas regras de comportamento da firma evolucionista, essas constroem suas estratégias e efetuam escolhas largamente irreversíveis.

Uma vez identificado os principais traços da teoria evolucionista a partir de Dosi, Nelson e Winter, pode-se a seguir compreender melhor o ponto de partida dessa teoria.

Para perceber o centro dessa teoria, como observam DOSI, TEECE e WINTER (1990), é necessário colocar em evidência as noções conjuntas de aprendizagem e de rotinas.

2.4.1 Aprendizagem e Rotinas: o Centro da Teoria Evolucionista

Para os evolucionistas, a aprendizagem pode ser definida como um processo pelo qual a repetição e a experimentação fazem com que, no curso do tempo, tarefas sejam efetuadas de maneira melhor e mais rápidas, e que novas oportunidades nos modos operatórios são experimentados. Assim, conforme DOSI, TEECE e WINTER (1990), cinco características permitem precisar esse conceito chave de aprendizagem:

- a) a aprendizagem é acumulativa: o que é aprendido num período se apóia sobre o que foi aprendido no curso dos períodos anteriores. Assim, no curso do tempo, repetição e experimentação se agrupam e se complexificam enriquecendo os *savoir-faire* dos agentes;
- b) a aprendizagem global implica em competências muito mais organizacionais do que individuais;
- c) o conhecimento adquirido pela aprendizagem é materializado e inserido nas rotinas organizacionais, definidas precisamente como: modelos de interação que constituem soluções eficazes ao de problemas particulares;
- d) entre as rotinas, cabe distinguir as rotinas estáticas e as rotinas dinâmicas. As rotinas estáticas consistem na simples repetição de práticas anteriores ao passo em que as rotinas dinâmicas são orientadas por novas aprendizagens.

2.4.2 O Processo de Inovação na Teoria Evolucionista

Para Nelson e Winter, bem como para essa escola de pensamento, o processo de inovação e de mudança técnica pode ser definido como segue.

A difusão da inovação é concebida como o fruto de um processo no qual, a um primeiro nível, as firmas adotam comportamentos em situações de incertezas: enquanto que seus espaços de decisão são forçados por certas escolhas anteriores, as trajetórias que elas escolhem determinadas pelas suas propensões a se apropriar das tecnologias novas, a definir novos produtos e a penetrar nos novos mercados.

Num segundo nível, a difusão das tecnologias é acelerada pelas relações inter-empresas: a aptidão de estabelecer redes extensas para acelerar o processo de difusão. Nesse nível, a busca pela pesquisa científica pode enriquecer as abordagens industriais, crescendo ainda esse fenômeno na medida em que ela pode propiciar um desenvolvimento próprio de cada uma das tecnologias e reduzir o tempo de aparição de combinações eficientes.

Num último nível, o impacto das inovações toca progressivamente a totalidade dos ramos da indústria, existe então uma tendência para estabelecer um novo sistema tecnológico.

O objetivo deste capítulo foi tentar compreender de que forma as três estruturas de pensamento integram os elementos do processo de inovação. Para os neoclássicos a técnica é somente um dado e a ciência é exógena à economia e, portanto, ao processo de inovação. Quanto a Schumpeter, mesmo pesando o reconhecimento da técnica como variável explícita e explicativa, a ciência é uma variável exógena. Um salto importante nesse contexto deve-se à teoria evolucionista, que consegue inserir a técnica e a ciência no contexto econômico como variáveis determinantes para o processo de inovação.

Assim, este trabalho assume o processo de inovação a partir da teoria

evolucionista concatenada com a explicação alternativa de FONSECA e MIGNOT (2003), onde não se pode separar a ciência e a técnica no processo de inovação.

Diante disso, o terceiro capítulo preocupa-se em analisar historicamente a relação ciência-indústria e a relação civil-militar no processo de inovação na indústria bélica brasileira.

3 O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA BÉLICA DO BRASIL: A ANÁLISE DO PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DA RELAÇÃO MILITAR-CIVIL

Avaliando alguns casos históricos, pode-se dizer que muitos atrasos tecnológicos se devem ao preconceito e o descrédito das autoridades de cada época. Casos como a obra de Jean Tardin, datada de 1718, chamada de *História Natural da Fonte que Queima perto de Grenoble*. Tal obra, que não foi levada a sério, atrasou por mais de duzentos anos o emprego do gás natural. (CAMARGO, 1979)

Em 1661, Denis de Papin publicou a obra *O Tratado das Operações sem Dor*, porém, por descaso, somente em 1884 iniciaram-se as divulgações dos estudos sobre a anestesia. A tese apresentada pelo aluno Ernest Duchesne, da École de Santé Militaire, de Lion, no ano de 1887, na qual o foco central era a ação do *Penicilium Glaucum* sobre as bactérias, deixou de ser publicada, ocasionando o atraso da descoberta da penicilina por mais de meio século.

Esses e muitos outros casos abafaram sensivelmente o progresso tecnológico em algumas áreas. Na área dos estudos realizados com o objetivo tecnológico, D. Henrique, filho de D. Pedro I, funda no ano de 1418, em Portugal, a Escola de Sagres. O objetivo era obter avanços na navegação, o que de fato ocorreu. Durante o século XVII, surgiram na Europa as chamadas associações esclarecidas, que tinham por objetivo a aplicação da ciência. Foi o caso da Royal Society, em 1662, na Inglaterra; da Academie des Sciences, em 1666, na França; e da Academia de Ciências de Berlim, em 1700, na Alemanha.

No Brasil, os estudos das ciências iniciaram-se com o estabelecimento de cursos na Academia Real Militar, em 1810, na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e Escola de Minas de Ouro Preto, em 1875, e na Escola Politécnica de São Paulo, em 1893. (CAMARGO, 1979)

Diante disso, pode-se observar que a preocupação em desenvolver novas idéias é de longa data.

A partir deste ponto, será analisado o histórico evolutivo da indústria bélica brasileira.

Pode-se dizer que a caracterização da indústria bélica brasileira se dá sob dois aspectos distintos: o primeiro parte da relação com a indústria civil sob o ponto de vista do uso da capacitação técnica militar e, o segundo parte do emprego direto do engenho militar na indústria civil. (FONSECA, 1997)

Para uma melhor análise da evolução da indústria bélica no Brasil, a análise será dividida em quatro fases, sendo a primeira fase compreendendo o período que vai de 1762 até 1946, a segunda fase compreendendo o período que vai desde 1946 até 1975, a terceira que compreende o período de 1975 até 1989, e, por fim, a quarta fase que vai de 1989 até 2000.

3.1 A PRIMEIRA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1762 ATÉ 1946

Com as investidas dos corsários franceses e holandeses logo após o descobrimento do Brasil, sentiu-se uma necessidade de possuir uma base logística para apoiar o sistema de defesa do litoral brasileiro. Em 1762 durante a administração do Vice-rei Gomes Freire de Andrade, o Conde de Bobadella, foi fundada a Casa do Trem, que tinha por objetivos a fabricação de peças metálicas de fardamentos, armas brancas e canhões, bem como realizar a ligeira reparação de armamentos e munições. A Casa do Trem marca o início da indústria bélica brasileira. Mais tarde com a chegada da corte portuguesa no Brasil, D. João criou a Real Junta de Fazenda dos Arsenais, Fábricas e Fundições do Rio de Janeiro e a Casa do Trem passou a chamar-se Arsenal Real do Exército, momento em que foram ampliadas as suas atribuições

bélicas. Em 1820/21 as primeiras peças de artilharia eram fabricadas no Brasil e, em 1832, já com um novo nome, Arsenal de Guerra da Corte, se transforma no primeiro centro manufatureiro do Império¹⁹. Como se vê no editorial:

“Arsenal de Guerra da Capital”, em 1889, e “Arsenal de Guerra do Rio” em 1902, ela deu origem a diversas fábricas de material bélico, explosivos e munições, umas extintas e outras ainda existentes, como as de Estrela, Itajubá e Juiz de Fora. Precursora da Companhia Siderúrgica Nacional e da indústria automobilística brasileira, capitaneou o desenvolvimento industrial e do ensino no País, dividendo que as Forças Armadas costumam proporcionar, em qualquer outra parte do mundo. [grifo do autor]

Em 1763 foi inaugurado o Arsenal Naval do Rio de Janeiro, que em 1767 concluía a fabricação do seu primeiro navio de guerra. Em 1765, era inaugurada a Fábrica de Armas da Fortaleza da Conceição; em 1773, o Trem de Guerra da Província do Rio Grande do Sul.

Com a vinda da corte portuguesa ao Brasil inicia-se a abertura de estradas através de uma carta régia. Segundo FONSECA (1997, p. 39): “Em geral, os engenheiros encarregados do planejamento e da direção das obras eram militares a serviço do governo, e a construção ficava a cargo de feitores que recrutavam os operários.” As primeiras estradas foram abertas sob gerência de engenheiros militares, tais como Daniel Pedro Muller, o Coronel Aureliano de Sousa Coutinho, o Major Júlio Frederico Koeler, o Coronel José Pedro Francisco Leme, o Coronel Conrado Jacob Niemeyer, entre outros.

Durante a segunda metade do século XIX, na relação da indústria bélica brasileira com a indústria civil, observa-se mais o emprego direto da capacitação técnica militar, observância maior no setor da construção civil²⁰. A construção civil

¹⁹ EDITORIAL. A Casa do Trem. A *Defesa Nacional*, Rio de Janeiro, nº 779, p. 1-2, jan./fev./mar. 1998.

²⁰ Para o melhor entendimento sobre construção civil, segundo (MOTOYAMA, S. *Tecnologia e Industrialização no Brasil: Uma Perspectiva Histórica*. São Paulo: UNESP, 1994, *apud* FONSECA, 1997, p. 37), são os ramos da técnica e da engenharia construtiva relacionados com obras voltadas para a construção de estradas de ferro, de rodagem, aeroportos, portos, canais, navegação

acontece quando há um envolvimento de engenheiros, trabalhando juntamente com empresas destinadas ao processo de transformação de matérias-primas em obras que satisfarão as necessidades da humanidade e ainda junto aos órgãos de financiamento dessas obras.

No período em questão havia uma necessidade de pessoal especializado para desenvolver a construção civil. Em período anterior à criação da primeira escola de engenharia, em 1880, o pessoal técnico especializado que o país dispunha eram os engenheiros militares e os engenheiros estrangeiros, onde se destacavam os ingleses, americanos, franceses e alemães. Após 1880, depois da formação de turmas de engenharia civil, pode-se observar uma crescente participação dos engenheiros brasileiros em projetos e obras, sem com isso deixar a participação dos engenheiros militares.

Com a transferência da Família Real portuguesa para o Brasil, ocorreram muitos benefícios para a Colônia. Tem-se como ponto de partida para a organização de uma indústria bélica, a criação da Fábrica de Pólvora da Lagoa Rodrigo de Freitas, em 1808, perto do recém criado Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Primeira fábrica de pólvora negra do Brasil, seu primeiro diretor foi o brigadeiro inspetor de artilharia e fundição Carlos Antônio Napion.²¹

Também, o Barão de Mauá, pessoa ilustre do momento, criou o Estaleiro da Ponta da Areia, em 1846, em Niterói, ali produzindo navio, canhões, velas e tubos de ferro.

A fabricação de pólvoras, munições e armas foram, essencialmente, uma iniciativa do Governo para atender às necessidades imediatas da época. A preocupação com a defesa começa a ganhar importância, pois com a independência do Brasil havia

interior, abastecimento de água, saneamento, obras hidrelétricas, edifícios, monumentos, pontes e viadutos, fortificações, igrejas e mosteiros, os materiais dessas obras e seus processos de fabricação.

²¹ Patrono do Quadro de Material Bélico do Exército Brasileiro.

a necessidade de abastecimento das Forças Armadas. Devido a essa necessidade, foi instalado no Estado do Rio Grande do Sul, em 1828, um Arsenal do Exército, que tinha por objetivo a reparação de armas.

Houve uma inibição do desenvolvimento da indústria manufatureira de base, tendo como consequência o atraso do desenvolvimento da própria indústria bélica brasileira, tudo devido ao estabelecimento de uma economia baseada na exportação do café brasileiro e na importação dos bens manufaturados britânicos.

Foram desenvolvendo-se novas técnicas industriais e progressos no sistema de fabricação de armas, possibilitados pela Revolução Industrial, e isso fez com que as armas brasileiras fossem importadas na sua quase totalidade, ficando as fábricas nacionais destinadas ao trabalho de recuperação, manutenção e fabricação de pequenos itens, além da produção de pólvoras. (OLIVEIRA, C. R. F. de, 1997)

Com a campanha da Tríplice Aliança, ocorrida no período de 1865 até 1870, vem a necessidade de estimular a indústria bélica nacional, e o Brasil se torna a segunda nação a produzir navios de guerra, deixando as autoridades norte-americanas preocupadas com a alta eficiência da tecnologia brasileira. Após a guerra, o Exército Brasileiro, angariou importância na esfera política.

No ano de 1898 é inaugurada a Fábrica do Realengo, no Rio de Janeiro, com o objetivo de produzir munição de pequeno calibre e, em 1909, é criada a Fábrica de Pólvora de Piquete, em São Paulo. Em 1918, o Capitão do Exército Marcos Evangelista da Costa Villela Júnior construiu duas aeronaves com elevado índice de material doméstico.

A partir do final do século XIX, paralelamente a mudança do regime político brasileiro, em 1888, onde acaba sendo adotado o sistema de República, ocorria no mundo uma segunda onda de revoluções tecnológicas, a chamada Segunda Revolução Industrial. Contrastando o desenvolvimento ocorrido no período imperial, a indústria bélica não apresentou grande progresso durante a República Velha. Os problemas

apresentados eram tanto industriais quanto políticos.

Em contraste ao período anterior que se viu um desenvolvimento no setor naval, este se estagnou por falta de uma base industrial ampla e também ocorrida por conta de uma política enfraquecida da Marinha do Brasil. Essa política fora enfraquecida após a revolta naval contra o governo Floriano, revolta esta sufocada pelas forças do Exército em 1893.

O Exército Brasileiro tinha uma vida bastante ativa na política da República, controlando a presidência até o ano de 1894, que, com as eleições, registrou a vitória para Prudente de Moraes, o primeiro presidente civil da República, o que abalou profundamente as relações entre civis e militares. Até o final da década de vinte ocorreu um resfriamento nas pretensões militares, devido aos cortes orçamentários, crises políticas e a falta de mão-de-obra especializada.

Após a Proclamação da República, o Brasil sente a necessidade de organizar suas Forças Armadas, mesmo com várias dificuldades da época, já supracitadas. O Brasil, no que diz respeito à força terrestre espelhou-se nos métodos e armamentos da Alemanha, ficando com a pendência de estabelecer oficinas e fábricas para a realização de reparos e modificações no armamento. As relações entre Brasil e Alemanha foram rompidas por ocasião da Primeira Grande Guerra, vindo o país a buscar orientação da França tanto nos métodos como na utilização dos materiais bélicos. A França instalou uma missão militar no Brasil, fazendo com que a indústria brasileira sofresse influência francesa na produção de armamento. (RODRIGUES, 2002).

Na área do ensino, no ano de 1928 surge a Escola de Engenharia, no Rio de Janeiro, hoje é conhecido como IME, que além da formação de recursos humanos para o Exército, também cooperou no desenvolvimento integrado do País, nas áreas em que se espalhavam os interesses militares: siderurgia, química, construções, ferrovias, rodovias, telecomunicações, cartografia, automóveis, petróleo, eletricidade, engenharia

nuclear, mecânica e outras.

Nos anos trinta inicia-se uma industrialização via substituição de importações, motivada pela grande depressão de 1929, o que provocou um efeito devastador na economia mundial. As ações governamentais voltaram-se para estruturar uma indústria de base no Brasil, ocorrendo principalmente investimentos no setor da siderurgia. A intervenção do Estado se deu através de tarifas protecionistas, incentivos fiscais, taxas de câmbio decrescentes e investimentos diretos em infra-estrutura dos setores de transporte e energia.

No ano de 1931 era formada a Comissão Nacional do Aço (CNA), surgida sob a jurisdição do Ministro da Guerra, elencando para esta comissão representantes civis e militares. No período de 1934 até 1940, a indústria de aço do Brasil, conseguiu quase triplicar a sua produção graças aos incentivos e medidas protecionistas (CONCA²², 1992, *apud* FONSECA, 1997, p. 46)

Segundo FONSECA (1997, p. 46): “A lei do similar nacional, que proibia a importação de bens manufaturados similares àqueles produzidos no Brasil, estimulou ainda mais a industrialização no país. Pode-se afirmar que o governo federal nesse período foi a mola propulsora e dinâmica para o desenvolvimento da indústria bélica brasileira, haja visto [sic] o apoio recebido pelas Forças Armadas.”

Os interesses e ambições pessoais de Getúlio Vargas convergiam com os interesses do alto comando do Exército, que era a consolidação de um exército forte dentro de um estado forte, o que veio a facilitar uma rápida movimentação das tropas durante a Revolução de 1930. No ano de 1935, durante a insurreição que recebia o apoio da Aliança Nacional de Libertação e do Partido Comunista Brasileiro, ocorreu uma melhor unificação dos militares, ocasionando uma aproximação entre eles e o governo de Getúlio Vargas.

²² CONCA, K. **A Industrialização Militar do Brasil: O Período Pré-1964**. Tese de PHD. 1992.

Durante o Estado Novo (1937-1945) as Forças Armadas, gozando de maior prestígio político, assumiram um novo e importante papel nas comissões de planejamento, burocracias e outros aparatos de estado que surgiram nesse período, e assim obtiveram um aumento de seus recursos orçamentários e tiveram êxito em conceber um programa de nacionalização da produção de armamentos.

Os militares procuravam difundir uma visão de um Brasil moderno e industrializado, que deveria ser sustentado com base na segurança e no desenvolvimento. Nesse período ocorrem as aberturas de diversas fábricas voltadas para a indústria bélica, que segundo OLIVEIRA, C. R. F. de (1997, p. 10):

Teve início o ciclo das fábricas militares, que estendeu-se até 1950, introduzindo a aliança entre o capital privado e as Forças Armadas. Surgiram, nesse período: Fábrica do Galeão (1930 - Rio de Janeiro), Fábrica de Granadas de Artilharia do Andaraí (1932 - Rio de Janeiro), Fábrica de Material Hipomóvel e Engenharia de Curitiba (1933 - Paraná), Fábrica de Armas de Itajubá (1933 - Itajubá - Minas Gerais), Fábrica de Munição de Artilharia de Juiz de Fora (1933 - Juiz de Fora - Minas Gerais), Fábrica de Material de Comunicações (1939 - Rio de Janeiro), Fábrica de Artefatos de Marinha (1947 - Rio de Janeiro), Arsenal da Urca (1947 - Rio de Janeiro), Fábrica de Torpedos (1947), Fábrica de Bonsucesso (1947 - Rio de Janeiro), Centro de Armamento da Marinha (1947 - Rio de Janeiro), Fábrica de Bonsucesso (material de guerra química e máscara contra gases - 1947 - Rio de Janeiro), Parque Aeronáutico do Pará (1947) e o Parque Aeronáutico de Porto Alegre (1947). O Arsenal de Guerra General Câmara (Rio Grande do Sul) foi criado em 1935 e o Arsenal de Guerra de São Paulo em 1941. Em 1941, no Governo Getúlio Vargas, foi estabelecida a Companhia Siderúrgica Nacional que inaugurou a Usina de Volta Redonda em 1946.

A 2ª Guerra Mundial, que a partir das necessidades para a participação da Força Expedicionária Brasileira (FEB), trouxe um novo estímulo à indústria bélica nacional, com recursos destinados ao financiamento da produção, de maneira que pudesse atender às necessidades da demanda que se expandia. Entretanto, a produção nacional não se mostrou suficiente e, mais uma vez, verificou-se uma corrida ao mercado internacional de armas para equipar as tropas nacionais. A FEB estava ainda, de uma certa forma, despreparada no que dizia respeito ao equipamento bélico pesado, por mais que houvesse tido um avanço no sentido de que várias fábricas destinadas à produção de material bélico tenham surgido nas décadas de 30 e 40, pois as fábricas

ainda não conseguiam suprir as necessidades das Forças Armadas (FFAA), faltava no Brasil uma tecnologia compatível com a que era empregada no conflito²³.

Segundo FONSECA (1997, p.47-48):

(...) a indústria bélica brasileira (...) relacionou-se com a indústria civil de forma incipiente. Podemos caracterizar tais vínculos sob dois aspectos que são: o primeiro deles é saber o impacto destas fábricas no ambiente civil e segundo lugar de que forma esta relação intensificou-se. (...) Com relação à primeira caracterização, se tem a criação das primeiras fábricas de explosivos que teve uma influência considerável na indústria de construção civil pesada e na mineração, posto que ela fica dependente deste desenvolvimento para obter seu crucial instrumento de produção. A prova cabal da importância desta relação é que muitas destas fábricas, até hoje, encontram-se em funcionamento alimentadas por uma demanda proveniente da indústria civil. Por certo esta relação de dependência está na raiz do desenvolvimento da indústria de defesa pois se trata de materiais de produção controlada.²⁴

Os dois setores acima descritos por Fonseca, o de mineração e o da construção civil pesada, tem suas relações estreitadas principalmente na década de trinta. Havia nesse período a necessidade de centralizar o controle da produção de explosivos e artefatos pirotécnicos, o que acabou de fato acontecendo, nas mãos do extinto Ministério do Exército, e segundo o que afirma FONSECA (1997, p. 48): “por conta disto é que se tem uma transferência de produtos bélicos sendo utilizados para fins de infra-estrutura civil”, essa transferência de produtos para outro setor será fonte de inspiração para o *spin off*²⁵ no setor.

Pode-se dizer então que a indústria bélica brasileira tem uma relação direta

²³ Havia uma brecha tecnológica, enquanto que na Europa se utilizava uma das primeiras versões de fuzil automático, os soldados brasileiros ainda usavam o “Fuzil Mauser 1908” conhecido como “Pau de Fogo”, que era um fuzil com ferrolho externo de tiro intermitente, semelhante a uma “carabina” ou “rifle”. (FONSECA, 1997, nota 14, p. 47)

²⁴ Na estrutura das Organizações Militares, existe uma seção denominada Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados (SFPC) que tem por objetivo dar suporte técnico e fiscalizar a manipulação e acondicionamento de explosivos e artefícios pirotécnicos que são utilizados pelas empresas civis e instituições públicas. (FONSECA, 1997, nota 15, p. 48)

²⁵ FONSECA, J. W. F. da. O Desenvolvimento da Indústria Bélica no Brasil e seu Processo de Spin Off. *Revista de Economia Política*, vol. 20, nº 3 (79), p. 136-156, jul./set. 2000. Definição de *spin off*: é o processo de disseminação tecnológica que tanto pode ocorrer na indústria civil como na indústria bélica. Isto ocorre por ser um fenômeno industrial tecnológico, o que não impede que ele se manifeste em todos os setores que se utilizam de tecnologia.

com o setor civil, através do fornecimento de insumos básicos para a indústria de infra-estrutura civil, como a indústria de mineração e a indústria de construção civil, também através da capacitação técnica que foi empregada, no início do período em questão, para a construção civil, pois a maioria dos engenheiros tinha sua formação em escolas militares. O controle e fiscalização dos produtos tais como: explosivos, acionadores, elementos químicos e armas, que são realizados pelas Organizações Militares (OM), e por fim o esforço das FFAA, principalmente o Exército Brasileiro (EB), em investir em políticas de desenvolvimento da industrialização pesada para o país.

3.2 A SEGUNDA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1946 ATÉ 1975

No segundo período de análise é que ocorre a consolidação da indústria bélica brasileira, período esse em que a indústria bélica passa a produzir engenhos sustentados em P&D militar. São três os aspectos que favoreceram a indústria bélica brasileira, os quais levaram o setor a obter resultados altamente expressivos dentro da história da economia brasileira, que segundo o trabalho de FONSECA (1997, p. 49), são eles: "... o processo de substituição de importações no final dos anos sessenta, impulsionado na indústria bélica através da criação do Grupo Permanente de Mobilização Industrial (GPMI); a engenharia reversa utilizada para desenvolver aqui tecnologia bélica, a partir dos equipamentos aqui disponíveis, bem como a repotencialização dos materiais bélicos; e a formação de centros de tecnologia militar."

Nesse período é que se dá o início da colaboração entre a Marinha e a Universidade de São Paulo (USP), devido à recusa dos norte-americanos em compartilhar tecnologia. O programa tem por objetivo inicial a criação de um programa para desenvolvimento de tecnologia de sonares. Esta colaboração na forma de parceria atuou também na área de informática e, atualmente, é responsável pelo

projeto do submarino nuclear.

Em 1951 foi inaugurado, em São José dos Campos - SP, o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA). Com a evolução das suas atividades, o complexo CTA, atualmente, engloba o ITA, IPD, Instituto de Atividades Espaciais (IAE) e Instituto de Fomento Industrial (IFI). O CTA foi de fundamental importância para o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira, tanto civil como militar. (OLIVEIRA, C. R. F. de, 1997)

Segundo FONSECA (1997, p. 49): “A Segunda Guerra Mundial serviu como estímulo à produção doméstica de armamentos, aumentando o suporte econômico e a pressão política por uma indústria nacional que respondesse ao aumento da demanda.” Em 1942 inicia-se no Brasil a montagem de aviões em Lagoa Santa, e também foi instalada no mesmo ano uma fábrica de motores em São Paulo.

Como recompensa pela participação brasileira na Segunda Guerra Mundial os Estados Unidos financiaram a construção da Usina Siderúrgica de Volta Redonda, que iniciou seu funcionamento em 1946, passando a responder por aproximadamente 49% da produção brasileira em 1951, produzindo aço pesado e especializado, o que não era possível produzir anteriormente no Brasil.

Também com a ajuda do capital externo foram fundadas em 1953, a Petrobrás e a indústria de automóveis. A partir destas ocorre a criação e o crescimento de indústrias como de equipamentos elétricos, máquinas operatrizes e aço, além de estimular o desenvolvimento da engenharia e da mão-de-obra com capacitação técnica.

Na década de cinquenta foi dada uma grande importância para a variável tecnológica, o que vem a facilitar e a ampliar a produção da indústria bélica. Nesse período o País pôde observar a implantação de políticas voltadas para a área de ciência e tecnologia, na qual as Forças Armadas exerceram um papel importantíssimo. Aponta FONSECA (1997, p. 50-51): “As fundações para o moderno sistema militar de P&D da Marinha e da Aeronáutica foram lançadas nessa época, sendo que a Marinha viria a

assumir uma ativa liderança no estímulo aos programas nacionais de energia nuclear e eletrônica após a Segunda Guerra.”

Vale a pena destacar na década de cinquenta o surgimento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que tinha por finalidade consolidar o controle do Estado sobre as atividades nucleares. Também a criação do Grupo Executivo para Aplicações Computacionais (GEAC)²⁶, e o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), que viabilizou as pesquisas na área de balística de foguetes desenvolvidas no CTA.

Apesar das medidas adotadas pelas Forças Armadas em favorecer a aquisição de material bélico, estabelecendo contratos no pós-guerra com fornecedores de armas européias, havia restrições às iniciativas do governo na área da ciência e tecnologia, restrições sofridas pela adoção da política norte-americana em criar obstáculos em relação à transferência de tecnologia e também a exportação de equipamentos para a indústria bélica dos países de terceiro mundo. Segundo FIGUEIREDO (1994, p. 23):

A política norte-americana no período privilegiou a exportação de seus excedentes de guerra: munições, armas e equipamentos, muitos deles usados ou reconicionados, os quais chegaram ao Brasil via mecanismos estabelecidos através do Acordo de Assistência Militar Brasil - EUA (1952/1976). Durante mais de 20 anos viveu-se a ilusão de resolver os problemas de suprimento de materiais de defesa através da importação. Foi uma fase de estagnação e, até, de retrocesso em alguns setores do parque fabril nacional.

Esse novo acordo militar entre Brasil e Estados Unidos, se deu por causa da Guerra da Coreia, sendo intitulado Programa de Assistência Militar (*Military Assistance Program, MAP*).

Com o Brasil participando junto com os aliados na Segunda Guerra, em 1942 foi assinado um tratado de cooperação militar entre Brasil e Estados Unidos, tratado que criou uma comissão mista com o objetivo de coordenar os esforços de guerra. Esse tratado findou-se com o término do conflito.

²⁶ Grupo misto de representação civil-militar.

Inicia-se um novo contexto internacional, a Guerra Fria, entre Estados Unidos e a URSS. Também surgem impasses em regiões da Ásia e da África, com isso os Estados Unidos começam a estudar novos mecanismos de defesa e de segurança. Em 1947, no Rio de Janeiro foi assinado o Tratado Interamericano de Assistência Recíproca (TIAR), composto por dezenove Estados latino-americanos (BRIGAGÃO²⁷, 1984, *apud* FONSECA, 1997, p. 52)

A idéia que os norte-americanos apresentavam era que a América Latina não estava preparada para uma possível investida externa, e os objetivos do MAP eram de fortalecer os laços militares e de segurança continental. Isso faria com que os Estados Unidos obtivessem uma influência na América Latina através do controle no fornecimento de armamentos, créditos e treinamentos das forças armadas latino-americanas. Dentro da política do MAP, em troca dos fundos militares recebidos pelos países latino-americanos, estes passariam a fornecer minerais e outras matérias-primas estratégicas aos Estados Unidos. (FONSECA, 1997, p. 52)

Contudo havia um grande problema em depender quase que exclusivamente de material importado. Com a rápida evolução tecnológica conseguida pela indústria bélica norte-americana, criava-se uma grande defasagem em relação aos equipamentos utilizados pelas Forças Armadas brasileiras, pois havia uma crescente necessidade de recuperar tais equipamentos já considerados antiquados. Como o grau de sofisticação do material bélico norte-americano era cada vez maior, ficava muito difícil para o Brasil a substituição das peças e componentes com seu tempo de vida útil já atingido, pois já não havia mais a produção de peças que não se utilizavam mais nos Estados Unidos.

Na década de sessenta é que se começa a colher os frutos dos esforços de capacitação e industrialização iniciados na década de cinqüenta, pois já havia uma

²⁷ BRIGAGÃO, C. **Mercado de Segurança** – Ensaio sobre Economia Política da Defesa. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1984.

infra-estrutura industrial no Brasil, embora pequena, porém capaz de atender os requisitos para a implantação e o desenvolvimento de uma indústria de material bélico, porém havia a necessidade de se conseguir um acesso sustentado à tecnologia avançada.

No ano de 1964 foi criado o GPMI, que era uma associação da indústria privada do estado de São Paulo com representantes de defesa das Forças Armadas e que tinha por objetivo desenvolver a indústria bélica brasileira com a mobilização industrial, através da substituição das importações de material bélico. com a criação do GPMI esperava-se a diversificação da produção de material bélico, melhorando o que já era produzido e passando a produzir materiais mais complexos em tecnologia. (FONSECA, 1997, p. 54)

Segundo OLIVEIRA, C. R. F. de (1997, p. 11):

Até meados da década de 60, a produção de material militar ficou restrita, quase que exclusivamente, ao parque fabril militar. Além dos arsenais e fábricas militares, a Base Aérea do Galeão fabricava pequenos aviões de treinamento, com tecnologia estrangeira. As indústrias civis que se destacavam eram a Amadeo Rossi e Forjas Taurus, na fabricação de revólveres e espingardas de uso civil; DF Vasconcelos, única fabricante nacional de instrumentos óticos e de pontaria com fins militares; Companhia de Explosivos Valparaíba, na produção de munição para morteiro, estopilhas e espoletas de ogivas; Dupont S.A., no setor de explosivos e a Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC), único fabricante civil de munição com projéteis engastados.

Com a mobilização industrial bélica, conseguida pelo GPMI, um número elevado de empresas que atuavam na produção da indústria civil, volta as suas atividades para o setor bélico, apesar de não terem sido criadas com o objetivo de produzir materiais bélicos. Entre as empresas estavam as que produziam veículos e automotores, peças e componentes de equipamentos mecânicos, couros e sapatos, têxtil, equipamentos aeronáuticos, rações e comida, equipamentos médico-hospitalares, armas e munições, equipamentos elétricos e eletrônicos.

As mudanças ocorridas com o estilo da guerra moderna também influenciaram a mobilização industrial bélica, pois ocorrera um grande avanço tecnológico do

material bélico utilizado em combates, fazendo com que houvesse a necessidade de uma preparação contínua para a guerra, ou seja, era necessário que as empresas estivessem dentro do intenso movimento de pesquisa e desenvolvimento que gera e produz armas com um certo grau de complexidade, mais rápidas, precisas e letais (RODRIGUES²⁸, 1991, *apud* FONSECA, 1997, p. 55). A guerra moderna faz com que haja a necessidade de uma mobilização industrial bélica contínua e permanente, com complexos industriais-técnicos-científicos voltados com exclusividade para o setor bélico.

Havendo a coordenação da industrial será possível detectar pontos fortes e fracos, ou seja, o que se pode produzir internamente são os pontos fortes e o que não se consegue obter eficiência deve ser buscado fora das fronteiras que são os pontos fracos, tais como tecnologia, capacitação industrial, laboratórios, entre outros.

A missão de coordenação industrial foi executada em várias frentes, desde o momento de criação do GPMI. Cada uma das forças, Marinha, Aeronáutica e Exército, contava com um programa de capacitação técnica próprio, juntamente estávamos ministros de cada força atuando de acordo com os objetivos visados por sua força.

Os indicadores de que era possível se ter no Brasil uma capacidade industrial e técnica satisfatória foram as atividades realizadas com sonares e a remodelagem de navios da Segunda Guerra Mundial. A partir da década de sessenta, o Exército resolve criar sua própria fonte de abastecimento de material bélico, pois nesse período era grande a dependência brasileira de fornecedores internacionais.

A necessidade de substituição do material bélico que o Brasil recebeu dos Estados Unidos nos anos 40 e 50 fez com que houvesse a iniciativa de repotencialização do material. O material bélico estava envelhecido e apresentava muitas limitações técnicas e táticas, contudo uma aquisição de novos equipamentos

²⁸ RODRIGUES, J. de S. A Indústria de Material Bélico Brasileiro como Formadora da Base Tecnológica, Industrial e Científica do Brasil. Dissertação de Mestrado, 1991.

estava fora de cogitação, além do alto custo do material existiam as limitações financeiras do país.

Na segunda metade da década de sessenta, por iniciativa do Coronel Pedro Cordeiro de Mello, foi criado o Grupo de Trabalho de Desenvolvimento de Blindados (GTDB), através deste grupo que se inicia os trabalhos de repotencialização do equipamento bélico. O GTDB era composto por engenheiros militares e objetivavam a aplicação de tecnologia moderna em blindados que foram importados logo após o término da Segunda Grande Guerra. Os primeiros trabalhos realizados pelo GTDB foram no Parque de Motomecanização da Segunda Região Militar, em São Paulo, e posteriormente o GTDB passou a se ramificar no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército, situado no Rio de Janeiro.²⁹

Nesse período, o Exército Brasileiro era dotado de unidades³⁰ que utilizavam carros de combate M3A1 Stuart, utilizados na Cavalaria, e de carros blindados de transporte de pessoal M113 Bulldog, utilizados principalmente em tropas de infantaria. (RODRIGUES, 1991, *apud* FONSECA, 1997, p. 57)

Segundo FONSECA (1997, p. 57):

Dentro do processo de repotencialização foram feitas mudanças na blindagem, no comprimento do chassi, no dimensionamento do espaço interno da tripulação de fuzileiros, nos sistemas de mira, e de propulsão (passando de um motor a gasolina para o motor diesel de menor potência e maior torque, mas com menor tendência a incendiar-se), nos roletes de esteiras, etc. no caso do carro M3A1, houve uma transformação radical de algumas unidades tais como a criação de novos carros que passaram a ser denominados de: lança pontes ou

²⁹ Entrevista realizada por FONSECA em 28 de outubro de 1996 com o Coronel Engenheiro Walter Catharino Finato, oficial que fez parte do GTDB e criador do Cascavel, Urutu e de outros Blindados importantes para a indústria bélica nacional. (FONSECA, 1997, p. 56)

³⁰ Unidades são as Organizações Militares, popularmente conhecidas como “Quartéis”. A Força Terrestre possui elementos que, conforme sua destinação, podem ser de combate (armas-base), os quais pertencem às armas de Infantaria e Cavalaria; de apoio ao combate, constituídos pelas armas de Artilharia, Engenharia e Comunicações, e finalmente, pelos elementos de apoio logístico, isto é, os pertencentes aos serviços de Intendência e Saúde e ao quadro de Material Bélico. Eles atendem às atividades-fim do Exército, enquanto outros serviços e quadros atendem às atividades-meio. Quando agrupados, esses elementos formam as unidades e subunidades de tropa: batalhões, regimentos, grupos, companhias, esquadrões e baterias.

XLP-10, utilizados pelas companhias e batalhões de engenharia de combate; lança foguetes ou XLF-40, além de carros de combate blindado ou X-1A1, feitos pela Biselli. Outro importante projeto de modernização foi o carro de combate M-41, cujo modelo final passou a ser denominado M-41C Caxias.

Engenheiros militares que trabalhavam no Parque de Motomecanização da Segunda Região Militar, em São Paulo, conseguiram desenvolver o que seria o primeiro carro de reconhecimento sobre rodas feito no Brasil, atendendo ao estímulo do Exército em conjunto com o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) da Marinha do Brasil, que solicitavam a construção, pela indústria bélica nacional, de carros blindados para unidades anfíbias e mecanizadas.

Com a construção do protótipo surgiu posteriormente, no fim da década de sessenta e início da de setenta o “Cascavel”, que foi fabricado pela Engesa³¹ conjuntamente com engenheiros militares, principalmente o Coronel Walter Catharino Finato.

A Aeronáutica traça um caminho diferenciado, pois a construção de aeronaves tem data anterior à criação da Embraer³². Segundo FONSECA (1997, p. 58): “... a Embraer veio sistematizar o processo de produção de aeronaves, além de servir como um pilar das iniciativas governamentais no setor aeronáutico.”

A construção de aeronaves foi, e ainda é um fator de integração industrial no mundo, porque ocorre no processo uma elevada concentração de tecnologia.

Já a Marinha contava com uma história de mais de um século de produção de navios, o que de uma certa forma, dava a vantagem à Marinha em relação às outras forças um avanço maior em tecnologia. Quando o país adquire navios antigos logo após a Segunda Guerra, a Marinha se lança num processo de restauração e adaptação desses navios.

Nesta fase ocorreu uma aproximação entre a indústria bélica e a indústria civil

³¹ Engenheiros Sociedade Anônima.

³² Empresa Brasileira de Aeronáutica.

quando se inicia o processo de substituição das importações de material bélico. Para que houvesse o início do desenvolvimento bélico pesado no Brasil foi necessária a integração das indústrias civil e militar, somados ao desenvolvimento de instituições de formação tecnológica e científica, militares e civis, dentre as quais se destacaram o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), o Instituto de Pesquisa da Marinha (IPM) e o IPD. (FONSECA, 1997, p. 59)

Um outro fator que deve ser levado em consideração para que a indústria bélica brasileira tenha se consolidado nesta fase, foi a conversão de várias indústrias que tinham sua produção voltada para o setor civil transferirem as suas atividades para a produção de material bélico. Pode-se citar dentre outras, as seguintes: Engesa, Bernardini, Biselli, Moto Peças, Nova Tração, DF Vasconcelos, etc.

3.3 A TERCEIRA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1975 ATÉ 1989

Esse período é considerado por muitos autores como o apogeu da indústria bélica brasileira. Segundo FONSECA (1997), três fatores propiciaram o desenvolvimento acelerado durante esta fase: o grau de industrialização alcançado nas décadas de sessenta e setenta, o rompimento do Brasil com o acordo de importação de armamento dos Estados Unidos - o MAP - no ano de 1976, e as mudanças estruturais no mercado global de armamentos.

Até meados da década de sessenta ocorria uma supremacia na produção de armamentos que necessitavam de tecnologia avançada, devido a um rigoroso controle da produção por parte dos países desenvolvidos. Conforme Fonseca, o que também contribuiu fortemente para o desenvolvimento acelerado da indústria bélica brasileira

foi a internacionalização crescente da produção e a disseminação das tecnologias³³ de produção que alteraram o contexto internacional da produção e transferência de materiais bélicos.

A conjuntura internacional é redefinida nas décadas de setenta e oitenta por quatro tendências (CONCA³⁴, 1990, *apud* FONSECA, 1997, p. 60):

- a) pela proliferação de fornecedores, Estados Unidos e Inglaterra surgem durante a Segunda Guerra Mundial como principais fornecedores de material de emprego militar (MEM), nos anos cinquenta surge a extinta União Soviética, nos anos setenta surgem a França, Itália, Alemanha Ocidental e o próprio Brasil, logo após o rompimento com os Estados Unidos em 1976 – MAP, e no início dos anos oitenta surgem Israel, Coréia do Sul e alguns países do Terceiro Mundo, fator que faz aumentar o poder de negociação do Brasil;
- b) os interesses comerciais como fatores determinantes nas negociações, que ofereceram outros instrumentos de barganha ao Brasil, através de estabelecimento de vínculos com empresas de outros países, tais como França (Aerospatiale, Dassault, Thomson, Matra), Itália (Oto Melara, Aermachi) e Alemanha (Messerschmidt-Bolkow-Blohm);
- c) a importância da crescente tecnologia como forma de troca, absorvida pelas indústrias brasileiras, destaca-se acordo de licenciamento, em 1973, entre a Alemanha Ocidental e o Brasil, para a fabricação dos mísseis anticarro COBRA;

³³ “É importante esclarecer esta questão da disseminação tecnológica. Embora seja possível reconhecer que a transferência de tecnologia foi uma das formas utilizadas pelo Brasil para desenvolver o seu parque industrial bélico, esta impõe restrições quanto às possibilidades de desenvolvimento devido ao fato dos pacotes tecnológicos já virem prontos, limitando as possibilidades de aperfeiçoamento. Como vimos no item anterior, (...) o Brasil utilizou mais a engenharia reversa, do que a própria transferência. Na verdade, o Brasil valeu-se mais do poder criativo do que da transferência de tecnologia.”(FONSECA, 1997, nota 23, p. 60)

³⁴ CONCA, K. O Brasil na Economia Global de Armamentos. Tese de Doutorado, 1990.

- d) a internacionalização da produção, os demais fatores expostos acima terminaram por internacionalizar a estrutura produtiva da economia de armamentos. Um exemplo é o caso do avião Tucano, que foi fabricado pela Embraer, que combinava um diedro (*airframe*) produzido no Brasil, motor produzido no Canadá e componentes produzidos nos Estados Unidos e na Europa. O aprofundamento dessa tendência à internacionalização permitiu o aparecimento de indústrias de componentes e sistemas na produção de material bélico.

Enquanto que, de um lado aumenta o número de fornecedores de armamentos, do outro se observa que ocorre uma queda da participação dos Estados Unidos, União Soviética e da Inglaterra de quase 90% para menos de 60% do mercado mundial de armamentos, devido à divisão desse mercado principalmente com a França, Itália e Alemanha Ocidental. Segundo FONSECA (1997, p. 62): “... na segunda metade dos anos setenta verificou-se um acirramento da competição nas vendas de armas que tinha por objetivos básicos os ganhos econômicos, as vantagens estratégicas e a estabilidade regional.”

Como dito anteriormente, surge a transferência de tecnologia, que era como um custo necessário para se negociar. Os países do Terceiro Mundo ficariam interessados em obter tecnologias de ponta para reduzir custos de produção e recuperar gastos empregados em tecnologia. (FONSECA, 1997)

As causas do sucesso da indústria bélica brasileira nesse período foram as seguintes:

- a) conjuntura internacional, através da influência da proliferação de fornecedores, dos os interesses comerciais como fatores determinantes nas negociações, da importância da crescente tecnologia como forma de troca e da internacionalização da produção;
- b) capacidade industrial instalada no Brasil nas décadas de setenta e oitenta,

como resultado dos esforços de substituição de importações de material bélico desde a década de sessenta, as empresas do setor bélico absorveram tecnologia, seja por meio de transferência de tecnologia ou co-produção, seja por meio de contratos de licenciamento, por meio de tecnologia reversa³⁵, ou ainda por meio dos serviços de repotencialização;

- c) geração de tecnologia própria, a capacidade das empresas de gerar novas tecnologias, amparadas em uma estrutura de base de ciência e tecnologia construída a partir da década de cinquenta, dentre as instituições que se destacaram pode-se citar o IME e o IPD;
- d) exploração de um nicho de mercado, o material bélico produzido no Brasil possuía média tecnologia, portanto eram fáceis de operar e de manter e o principal, apresentavam preços mais baixos;
- e) exportação crescente, motivadas pela falta de crédito e pelos altos custos em pesquisa, as empresas brasileiras voltaram-se para o mercado externo.

Como afirma FONSECA: “... no setor de carros de combate, com a venda do Cascavel e do Urutu, sobretudo, a indústria bélica brasileira conseguiu que o país entrasse no mercado global como um dos poucos no terceiro mundo a disseminar tecnologia bélica nos anos setenta.”

Na década de oitenta, o Brasil lança vários projetos tecnologicamente avançados, com isso o país torna-se uma fonte de referência tecnológica para as indústrias com menor avanço tecnológico do Terceiro Mundo.

A partir da metade da década de oitenta, através do processo de integração global, a indústria bélica brasileira começa a ganhar projeção no mercado internacional, com destaque para três empresas líderes em exportação a nível nacional: a Engesa, atuando na exportação de veículos blindados; a Embraer, atuando na

³⁵ É o desenvolvimento de novos produtos a partir de produtos existentes

exportação de aviões de combate; e a Avibrás, atuando na exportação de sistemas de armas.

A Engesa, recebeu no início o apoio técnico e financeiro do Exército. A empresa migrou para o mercado de material bélico com o objetivo inicial de ser executora de projetos militares desenvolvidos no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército. Depois, por conta própria, passou a produzir viaturas militares e veículos leves blindados, chegando a fabricar, ainda, canhão e munição 90 mm. Os testes do protótipo do primeiro veículo blindado nacional, o Urutu, foram realizados em 1969. A partir daí vieram o Cascavel, o Jararaca e o Osório.

A empresa tornou-se a maior exportadora nacional do setor de material bélico, exportando em 1981, cerca de 60 milhões de dólares. As viaturas blindadas leves Jararaca, Urutu e Cascavel foram exportadas para mais de trinta países.³⁶

A Avibrás passou a produzir um sistema de foguetes de saturação de área (ASTROS), empregado com sucesso nos conflitos da região do Oriente Médio.

A Embraer, constituída como uma sociedade de economia mista, deu início a uma nova fase da indústria aeronáutica no Brasil. Com o apoio governamental, produziu e vendeu no mercado nacional e internacional, aeronaves de uso civil e militar, como o Bandeirante, Tucano, Xavante e Xingu. Desenvolveu e fabricou o moderno caça subsônico AMX, juntamente com as empresas italianas Alenia e AerMacchi.

No ano de 1982, a Embraer dominava 32% do mercado norte-americano do segmento de 10 a 20 passageiros. Foram produzidos cerca de quatrocentos Bandeirantes, e desses, duzentos e quarenta e seis foram exportados para companhias norte-americanas.

³⁶ O Choque da Guerra. Revista Veja. Rio de Janeiro, p.74-84. 30 jun.1982 (*apud* OLIVEIRA, 1997, p. 13)

Nessa fase, a indústria bélica brasileira produzia uma grande variedade de material bélico, desde os mais simples como o coturno, até os mais complexos como aviões de combate. Foi o *boom* da indústria bélica brasileira.

“Milhares de empregos foram criados, tecnologias de ponta desenvolvidas, conhecimento científico e tecnológico expandido, divisas economizadas ou obtidas, tudo com benefícios inequívocos ao progresso nacional.” (COSTA³⁷, 1994, *apud* RODRIGUES, 2002, p. 16)

Segundo FONSECA (1997, p. 63):

Num contexto de crescimento e integração do mercado global de armas, verificou-se uma forte convergência de interesses entre as empresas bélicas do Brasil: as Forças Armadas, as empresas bélicas multinacionais e os governos de seus países, no sentido do desenvolvimento da indústria bélica brasileira. As empresas européias ganharam acesso ao mercado e puderam recuperar os gastos em P&D; as empresas brasileiras obtiveram tecnologia, experiência e acesso a um garantido mercado interno e rapidamente expandiram o mercado de exportações.

Ao final desta fase, a relação indústria bélica com a indústria civil já estava muito próxima, pois ocorreu *spin off* em diversos setores industriais. O crescente desenvolvimento da indústria bélica, através da necessidade de desenvolver tecnologia bélica, acabou estimulando os setores: automobilístico, eletroeletrônico, engenharia de precisão, mecânica, metalurgia, informática, telecomunicações, químico, material de transporte, entre outros.

3.4 A QUARTA FASE DA INDÚSTRIA BÉLICA BRASILEIRA: 1989 ATÉ 2000

Após uma fase de expansão da indústria bélica brasileira, durante o final da década de setenta e início da de oitenta, o setor entra numa fase de crise, causada por diversos fatores de caráter financeiro, político e tecnológico. Houve uma queda nos

³⁷ COSTA, F. B. da; 1994; *Perspectivas para a indústria bélica brasileira*; In: PROENÇA JÚNIOR, Domicio (Org.). *Indústria bélica brasileira: ensaios*. Rio de Janeiro: Grupo de Estudos Estratégicos, Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ, 1994. p. 97.

gastos com armamento, principalmente dos países do Terceiro Mundo. Devido ao aumento da dívida externa, países da América Latina e da África optaram por não prolongar os seus programas de rearmamento.

Apesar da indústria bélica brasileira estar baseada em tecnologia intermediária, as empresas do setor estavam dispostas a produzir MEM mais avançado, como é o caso do carro de combate Osório e o avião AMX, primeiro caça montado no Brasil. Esses produtos necessitavam de investimentos pesados e também um uso intensivo em P&D militar.

Segundo FONSECA (1997, p. 65):

O caso dos três programas - o AMX da Embraer, o Osório da Engesa e o SS-300 "Scud" Sistema de Armas Missil Solo-Solo da Avibrás - representaram saltos tecnológicos de grande envergadura que tinham como objetivo o mercado internacional. Todos estes sistemas exigem aumentos significativos na importação de componentes e a incorporação de subsistemas mais sofisticados. Contudo, dado a intensidade de investimentos necessários para desenvolver tais produtos, a queda de vendas no mercado internacional comprometeu seriamente o futuro dessas empresas. Sem mencionar a pressão no caso específico dos EUA, neste período, sobre as vendas brasileiras no mercado externo³⁸.

Outros fatores internos e externos que influenciaram a crise foram³⁹:

- a) forte dependência em relação às exportações: a demanda interna era muito pequena e muitos equipamentos que eram produzidos no Brasil não eram de interesse nem das Forças Armadas. Motivos como estes forçavam as

³⁸ “Em entrevista com o Coronel Carlos Camieletto do CTEEx, este narrou a pressão que a ENGESA disse ter sentido com a ameaça de retaliação caso o carro de combate Osório fosse comprado pelo Iraque. Na ocasião da apresentação do carro no Oriente Médio, diversos carros do mundo participaram da concorrência. Em realidade o Osório teria ganho a concorrência mas a ameaça norte-americana na defesa de sua última versão do Sherman prevaleceu na medida em que do contrário, o processo de apoio na venda de subsistemas de armas e logística de um modo geral teria seu fim. Entrevista realizada por FONSECA em agosto de 1996 no CTEEx, em Guaratiba - Rio de Janeiro” (FONSECA, 1997, p. 65).

³⁹ SARAIVA, J. D. *Jogo de palavras: o caso da indústria de armamentos brasileira*. Rio de Janeiro, 1993, p. 68-69; CONCA, K. *O Brasil na Economia Global de Armamentos*. Rio de Janeiro, 1993, p. 88-106; RODRIGUES, J. de S. *A Indústria de Material Bélico Brasileiro como Formadora da Base Tecnológica, Industrial e Científica do Brasil*. Rio de Janeiro, 1993, p. 205-209 (*apud* RODRIGUES, M. E. C., 2002, p. 20)

- empresas para a exportação. Com o fim da Guerra entre Irã e Iraque, juntamente com a recessão mundial, ocorre a queda na demanda externa prejudicando fortemente as empresas brasileiras;
- b) altos custos envolvidos para o desenvolvimento de novos produtos: os materiais militares têm a necessidade de aumentar a tecnologia dos novos produtos, aumentando assim os custos com pesquisas;
 - c) grande concentração da produção: apenas poucas empresas se destacavam na produção de MEM, e as empresas principais exportadoras do setor eram a Engesa, a Embraer e a Avibrás;
 - d) baixa rentabilidade das empresas produtoras de armas: essa baixa rentabilidade está relacionada com o mercado, que é muito restrito e com muita competição, com a baixa escala de produção, aumentam-se os custos para a produção de um novo produto;
 - e) problemas macroeconômicos internos: a partir da metade da década de oitenta o Brasil passa por uma crise econômica, reduzindo os orçamentos das Forças Armadas. O financiamento para a indústria bélica é escasso e as políticas fiscal e cambial agravam ainda mais o setor;
 - f) levantamento de barreiras pelos países mais desenvolvidos: com o fim da Guerra Fria, países mais desenvolvidos ergueram barreiras que dificultavam e impediam o acesso dos países menos desenvolvidos a tecnologias de emprego militar. Um exemplo disto é o acordo do qual o Brasil foi signatário, o *Missile Technology Control Regime* (MTCR)⁴⁰;
 - g) surgimento de equipamentos mais sofisticados: equipamentos com maior volume de tecnologia embarcada surgiram na Guerra das Malvinas, na Guerra do Golfo e, mais recentemente, na Guerra do Afeganistão. Parte daí

⁴⁰ Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis, acordo que limitava a transferência de tecnologia de mísseis para os países menos desenvolvidos.

- o princípio de um investimento de grande volume em C&T;
- h) o fim da Guerra Fria: com o fim da Guerra Fria, para muitos países, cria-se uma idéia de que não existe mais o “inimigo”. O Brasil redirecionaram seus recursos orçamentários da área de defesa para a área social, ou outras julgadas mais prioritárias;
 - i) entrada no mercado internacional de outros fornecedores: países como a China, Índia, Paquistão e Coréia do Norte, se lançam no mercado mundial de armamento, aumentando ainda mais a concorrência;
 - j) falta de peso político do Brasil: o país se submeteu aos interesses de países com maior peso político no cenário mundial, devido às pressões política, econômica, ou mesmo militar, exercidas pelas grandes potências. Exemplo disto foi o caso da Engesa, que foi vencedora de uma concorrência internacional, mas não conseguiu efetivar a venda de seu veículo blindado, o Osório, porque houve pressão norte-americana, o que contribuiu fortemente no processo de falência da referida empresa.

A falta de recursos para o setor bélico brasileiro tinha se tornado uma constante. A situação se agrava ainda mais no final dos anos oitenta com a inflação anual ultrapassando a casa de 1000%. (FONSECA, 1997, p. 68)

Ainda assim, mesmo com a desaceleração e a desarticulação da indústria bélica brasileira, houve uma ligação com a indústria civil. No início do governo Collor, foi aprovado pelo congresso 18,2% do orçamento de ciência e tecnologia, para o ano de 1991, para destinação à pesquisa dos ministérios militares, mostrando que havia um interesse em manter o desenvolvimento no setor. Collor mostrou interesse na questão de transferência de tecnologia inter-setores. (FONSECA, 1997, p. 68)

Para se livrar da crise, as empresas passam a adotar novas estratégias, sendo uma delas, ampliar a gama de produtos que visava os setores civis. A Embraer ampliou significativamente a produção de aeronaves civis. A Avibrás passou a atender o setor

de telecomunicações. A Engesa voltou-se para o mercado de tratores, ônibus, caminhões e vagões. O grande erro que a Engesa cometeu foi, que ao se lançar no setor bélico, abandonou totalmente a produção voltada para a indústria civil, devido ao sucesso obtido na produção dos carros Cascavel e Urutu.

Apesar das diversas dificuldades, a indústria bélica brasileira logrou êxito em projetos tais como: o desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear, na capacitação da Marinha para a produção de navios e submarinos convencionais, no programa espacial brasileiro e na indústria aeronáutica. Mesmo assim continuam enfrentando sérias dificuldades de recursos para investimento em pesquisas.

Para encerrar este capítulo, duas citações que merecem ser destacadas: “É oportuno, contudo, notar que, para quem tem dezenas de fábricas de carros de combate ou aviões militares, por exemplo, fechar ou converter dez ou vinte, significa, apenas, melhorar a economicidade do conjunto. Para quem só tem duas ou três, fechar ou converter uma que seja, significa se mutilar de forma certamente irreparável.” (RODRIGUES, 2002, p. 24)

A manutenção da soberania nacional repousa em vários pilares. Um deles, certamente, consiste na capacidade da indústria bélica em atender, no momento certo, às necessidades de aparelhamento das forças armadas. (...) A análise da conjuntura internacional indica ao Brasil a importância da existência de Forças Armadas com uma necessária capacidade dissuasiva, a fim de desestimular atentados contra a soberania nacional. Para atingir esse objetivo, impõe-se uma auto suficiência mínima em produção de material bélico, que o governo não pode relegar a um segundo plano, sob hipótese de se tornar um país vulnerável em questões que requeiram imposição da vontade nacional. (PRIETO, et al., 1992, p. 60-61)⁴¹

Neste capítulo pode-se analisar a evolução histórica da indústria bélica brasileira. No início do capítulo, observa-se que a falta de interação e interesse das obras e idéias surgidas no passado, ocasionou um retardo no desenvolvimento

⁴¹ Trabalho em grupo realizado durante estágio do Curso de Política, Estratégia e alta Administração do Exército (CPEAEx) da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), em 1991.

científico e tecnológico em algumas áreas.

A indústria bélica brasileira surgiu com o objetivo de produzir desde pequenas peças de fardamento até canhões. O período de surgimento da indústria bélica se estendeu por mais de um século e meio, num avanço lento e conturbado por imposições políticas. A partir da Segunda Guerra Mundial, a indústria bélica brasileira se caracterizou pela forte dependência de países desenvolvidos, período que dura cerca de trinta anos. O final desse período foi marcado pelo rompimento do Brasil com o acordo de importação de armamento dos Estados Unidos - o MAP.

O terceiro período, considerado o apogeu da indústria bélica brasileira, se caracterizou pelo seu desenvolvimento acelerado, proporcionado pelo elevado grau de industrialização, que foi conquistado nas décadas de sessenta e setenta, industrialização essa, que visava o desprendimento da dependência de produtos bélicos do exterior. As mudanças estruturais no mercado global de armamentos, a disseminação das tecnologias de produção e a transferência de materiais bélicos também foram fatores determinantes na elevação do grau de desenvolvimento da indústria bélica brasileira.

O quarto capítulo preocupa-se em destacar a importância da P&D militar, bem como a estrutura de como funciona a dinâmica do processo de inovação, tomando por base a seqüência das missões realizadas pelos centros de pesquisa e indústria.

Ainda será analisado o que as políticas públicas voltadas para a o setor de defesa apontam para a importância da necessidade de desenvolver ciência e tecnologia para reduzir a dependência externa de MEM.

4 O PROCESSO DE INOVAÇÃO MILITAR: A IMPORTÂNCIA DA P&D MILITAR

A tecnologia de ponta é essencial ao desenvolvimento de qualquer nação. A soberania de uma nação é proporcional à quantidade de tecnologia de ponta que ela consegue dominar e que a P&D desenvolvida para a área militar é altamente transferível, abrindo portas para outros produtos.

4.1 P&D MILITAR NO BRASIL

As grandes potências mundiais iniciam sua parceria com a comunidade científica a partir da Primeira Guerra Mundial, mantendo-se muito limitada no período entre guerras. Com a Segunda Guerra mundial, os militares de alta patente das forças das grandes potências se convencem de que há uma grande importância da pesquisa científica e tecnológica para complementar o caráter estratégico dos combates. A partir deste momento, os governos passam a depositar uma crescente confiança nos cientistas, com o intuito de se desenvolver o potencial de destruição das forças armadas.

Com o avanço dos ingleses nos conhecimentos do campo nuclear, os americanos foram induzidos a financiar o projeto da bomba atômica. Desde então, cientistas e técnicos se uniram às forças militares para cooperar com os esforços de guerra.

Durante a Segunda Guerra, e devido às grandes dificuldades encontradas, os militares se convencem de que a ciência e a tecnologia eram importantes aliados da estratégia militar. Durante a Guerra Fria as grandes potências estabeleciam compromissos político-estratégicos, as armas que garantiam tais compromissos internacionais necessitavam de investimentos maciços dos conhecimentos científicos e

tecnológicos.

Conforme destaca FILHO (1993, p. 1), a importância da união entre militares, governo, sistema produtivo e universidades: “Os Estados Unidos foram os primeiros a perceber a importância da articulação das forças armadas com o sistema produtivo e com as universidades, criando um modelo que viria a ser adotado pelas demais potências. Sua adoção viria a consolidar a P&D militar como o setor mais dinâmico do sistema de C&T em alguns países, principalmente no Brasil.”

No Brasil, após a Segunda Guerra, os militares se conscientizam da necessidade da ciência e tecnologia, contudo, somente na década de sessenta é que a preocupação com o tema passa a ganhar importância no âmbito Estado.

Os militares da época viam a questão da C&T como variável estratégica para o processo de construção da capacidade estratégica militar, bem como para o desenvolvimento do Brasil. Os militares brasileiros eram persistentes em acompanhar o avanço da fronteira científico-tecnológica mundial.

Os militares percebem que com a C&T é possível obter resultados rápidos nas operações militares e também poderiam obter uma modernização contínua das Forças Armadas sem depender de importação de MEM. Com os resultados que obtiveram no decorrer do tempo, começam a visualizar a construção de uma grande potência baseada na pesquisa e no desenvolvimento, o que se tornou a grande alusão de todo esforço científico-tecnológico militar.

Apesar de existirem grandes imposições, como a falta de recursos, pressões externas e internas, há ainda uma pertinência dos militares em continuar nos domínios das tecnologias nuclear, espacial e aeronáutica.

A continuada busca pela conclusão dos principais programas de P&D Militar visa o prestígio do Brasil nas relações internacionais, garantindo o reconhecimento por parte das grandes potências da força do País.

No processo de construção da grande potência brasileira, o avanço mais significativo foi alcançado no campo da pesquisa e desenvolvimento militar, principalmente nos programas: espacial, nuclear e aeronáutico avançado.

A P&D militar age de certa forma autônoma, desvinculada da política científica e tecnológica nacional. Nas décadas de setenta e oitenta, a P&D militar articulou-se de forma eficiente com a indústria civil, transferindo tecnologia desenvolvida na indústria bélica para a indústria civil.

Tomando por base a sofisticação do equipamento bélico, a tentativa de nacionalização dos meios militares e a obtenção da capacidade de pronta resposta para a força militar, é necessário que se acentuem os esforços da pesquisa e desenvolvimento no campo bélico.

Segundo FILHO (1993, p. 4): “...em todo o processo de modernização, destacam-se necessidades tecnológicas decisivas para cada força singular: na força naval, o submarino de propulsão nuclear; na força terrestre, os blindados e os meios de guerra eletrônica; na força aérea, o vetor de dupla finalidade (veículo lançador de satélite e míssil balístico). São meios bélicos considerados vitais, na visão de cada força singular, para o preparo das Forças Armadas do século XXI.”

A P&D militar possui bastante significância no cenário de desenvolvimento brasileiro, pois foi capaz de proporcionar uma eficiente relação com o setor produtivo civil⁴² e conseguiu manter uma certa continuidade nos projetos, mesmo com muitas imposições e falta de recursos.

4.2 A ABSORÇÃO DE TECNOLOGIA ESPECÍFICA

Para que se possa utilizar a tecnologia para a produção é necessário que ocorra uma sistemática de atividades de pesquisa, desenvolvimento experimental e

⁴² Como já foi visto no capítulo 3 através do *spin off*.

engenharia. Antes de lançar um produto na produção em escala industrial é indispensável que ocorram, de modo seqüencial, as atividades descritas acima. Para que não existam inconvenientes durante a produção industrial, após a pesquisa tem-se o desenvolvimento, que compreende a construção e a operação de plantas piloto, testes de protótipos, ensaios em escala natural e mais o que se fizer necessário para a coleta de dados.

A tecnologia é um bem econômico de resultado, não de processo, portanto ela possui preço, o qual é elevado, devido aos altos custos de produção e a valorização frente a demanda por ela. Além do seu valor comercial, a tecnologia tem um valor estratégico elevado, pois existem nações que possuem a característica de gerar tecnologia, portanto são nações que podem ofertar tecnologia no mercado mundial. Existem também as nações dependentes de tecnologia, que demandam tecnologia por não produzirem a mesma nacionalmente. Quando o nível de tecnologia em um país é muito baixo, a taxa de geração de novas tecnologias também é reduzido e conforme são criadas ou absorvidas, eleva-se a taxa de geração.

Com a utilização, a tecnologia pode ser melhorada, porém com o tempo ela vai perdendo o seu valor, podendo até se tornar obsoleta. Para se recuperar os grandes gastos exigidos na geração da tecnologia, é necessário que ela seja utilizada o mais breve possível.

Estudos mostram que o estágio de desenvolvimento sócio-cultural das nações tem uma relação direta com o nível de desenvolvimento tecnológico. Para que ocorra a geração de tecnologia é essencial que haja uma demanda. Geralmente a geração de tecnologia acontece em resposta à demanda. Para poder responder adequadamente à demanda, o sistema científico-tecnológico deve se manter preparado tanto qualitativamente, quantitativamente e estruturalmente. Isto diz respeito a um estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos apropriados para corresponder à demanda.

Para que haja solução de problemas através da tecnologia é necessário que

haja inovação, e para que isso aconteça há dependência de recursos humanos habilitados e uma estrutura de pesquisa e desenvolvimento sólida, no que diz respeito aos aspectos político, financeiro e institucional.

Quando se produz tecnologia tem-se a possibilidade de utilização de conhecimentos disponíveis mundialmente, podendo se gerar tecnologia sem ser preciso gastar muito em pesquisa.

A questão da transferência de tecnologia tem grande importância nos estudos que cercam a geração de tecnologias específicas. Como já foi dito anteriormente, a tecnologia possui valores comerciais e estratégicos, e estes valores são, geralmente, bastante elevados. Como em qualquer outro comércio, existem os compradores e os fornecedores de tecnologia. Os fornecedores são especialistas ou grandes produtores de bens ou serviços, já os compradores, diferentemente, são pequenos, não dispoem de capacidade de gerar tecnologia nem apoio financeiro para isto.

Nos contratos de compra de tecnologia existem cláusulas restritivas que normalmente prejudicam o comprador, que mantém a dependência do comprador junto ao fornecedor, elevando assim o custo real da aquisição da tecnologia.

Dito isto, pergunta-se por que os dependentes de tecnologia não desenvolvem a tecnologia específica de que necessitam? A incapacidade de gerar tecnologias já existentes e cobertas por patentes⁴³ devido aos seus altos custos, a incerteza dos resultados que serão obtidos da pesquisa e desenvolvimento, a dificuldade de encontrar pessoal capacitado a desenvolver projetos e a dificuldade em conseguir obter financiamento necessário em valor e tempo útil são razões que levam os compradores a aceitar as condições dos contratos de transferência de tecnologia.

⁴³ Patente é o título de propriedade sobre uma invenção ou modelo de utilidade, podendo ser de produto ou de processo. O título é concedido aos inventores detentores dos direitos sobre a criação, com a finalidade de proteger os produtos ou os processos, nos quais foram investidos tempo e recursos, contra a cópia ou comercialização sem a autorização do titular.

Ao mesmo tempo em que as nações passaram a se distinguir entre as que possuíam e as que não possuíam tecnologia, os exércitos também se distinguiram entre os que possuíam e os que não possuíam equipamentos bélicos próprios e se os equipamentos eram ultrapassados ou não. A partir da Segunda Guerra, com a evolução do material bélico no que tange a ciência e a tecnologia, tornaram-se cada vez mais complexos, caros de serem produzidos, exigindo elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como uma indústria bélica capaz.

Grande parte do desenvolvimento da C&T foi impulsionado e de certa forma direcionado pelas necessidades de materiais de emprego bélico.

A soberania e a defesa da nação depende de uma eficiente e atualizada indústria bélica própria. Para que isto aconteça é necessário que o governo participe efetivamente incentivando e criando condições básicas para o desenvolvimento da indústria.

Em 1975 foi criada no Brasil a Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL), destinada a colaborar no planejamento e fabricação de material bélico. A IMBEL supriria com tecnologias acabadas as fábricas da própria IMBEL, como fábricas civis nacionais.

Tinha também como missão selecionar, negociar, comprar, adaptar e aperfeiçoar as tecnologias provindas do exterior. Caberia a ela, juntamente com a indústria privada, produzir tecnologias de interesse militar.

Para que haja a absorção de tecnologia específica, uma das maneiras é efetuar a compra do material moderno no exterior e posteriormente se faz uma análise esmerada em institutos de pesquisa.

No caso específico do setor de absorção de tecnologia, grandes são os obstáculos encontrados, como a falta de recursos financeiros, falta de pessoal especializado, dispersão de recursos humanos e a falta de fornecimento de certos materiais por parte da indústria brasileira. (OLIVEIRA, A. C. ,1986)

4.3 CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA A FORÇA TERRESTRE (F Ter)

A necessidade da F Ter de prover a sua própria C&T, está inteiramente objetivada no sentido de promover a ruptura da dependência externa. Sem contar que se houver mais desenvolvimentos na área de C&T, o Brasil poderá auferir ganhos provenientes de resultados de projetos de tecnologia de ponta.

4.3.1 A Demanda da por C&T

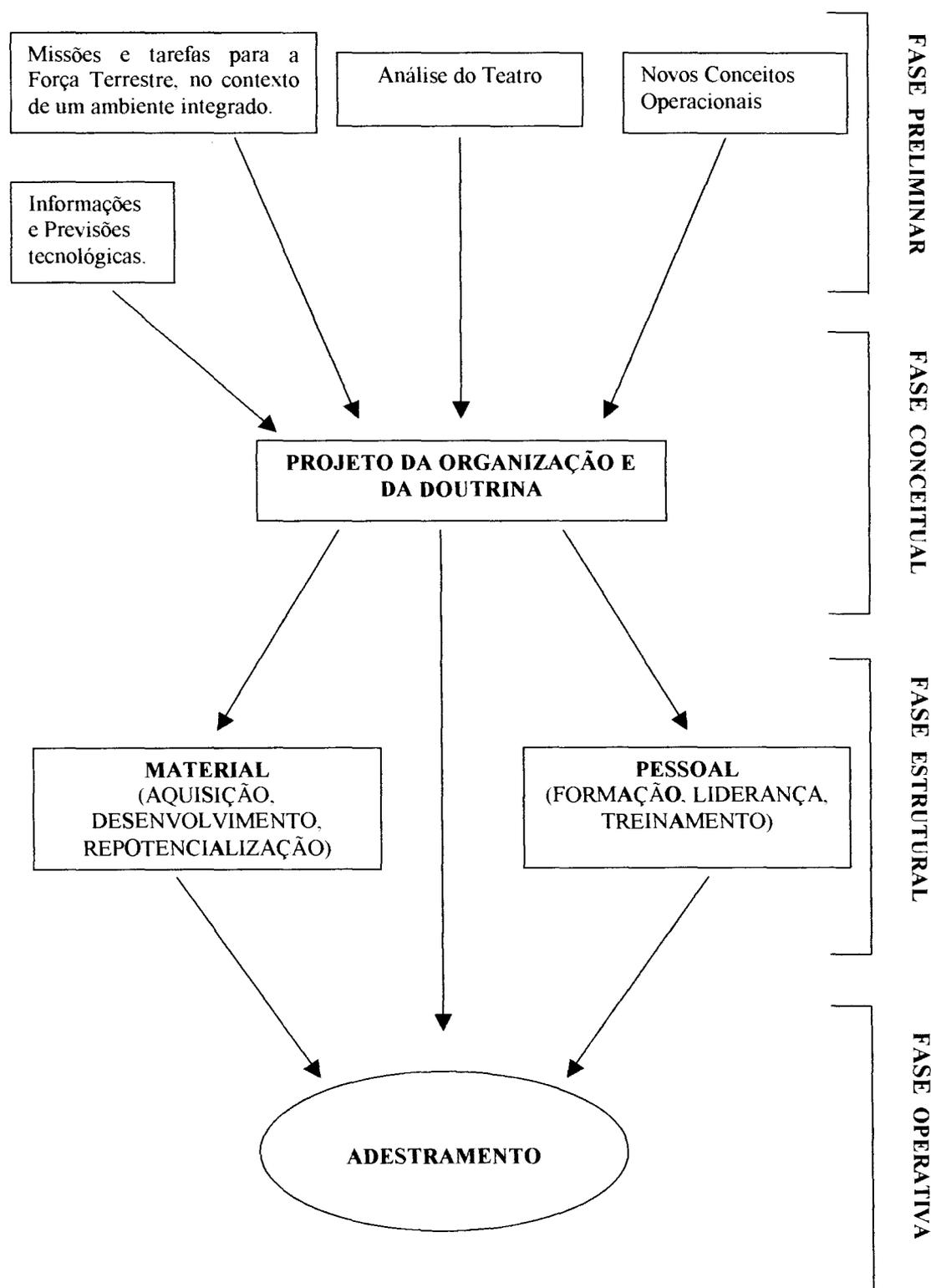
Cada vez mais cresce a engenharia de processos nos setores do Exército, contudo falta ainda uma cooperação dos profissionais de C&T para possibilitar o incremento do poder de combate de uma força. Esta cooperação seria dedicada no âmbito de realização de pesquisas e emprego de novas tecnologias no desenvolvimento de matérias de emprego bélico. Atualmente, as Forças Armadas brasileiras vêm enfrentando muitas dificuldades no campo econômico para o desenvolvimento de C&T.

A diferença do nível tecnológico na área militar dos países em desenvolvimento em relação aos países desenvolvidos é tamanha, que exige uma gestão competente, objetiva e flexível para fazer frente às novas demandas de um mundo em conflito.

A estrutura e a operação de uma força se constitui em um sistema bastante complexo. DAVIS⁴⁴ (1994, *apud* SORDI; NETO e GOMES, 2003, p. 65) apresenta uma subdivisão sistemática do processo para a F Ter (Fig. 1), (f. 80), onde são analisados: a doutrina, o treinamento, a liderança, a organização, o material e o pessoal, permitindo assim identificar as oportunidades de inserção do potencial científico e tecnológico no processo.

⁴⁴ DAVIS, P. K. **New Challenges for Defense Planning – Rethinking How Much is Enough.** RAND Corporation, 1994.

FIGURA 1 – ESBOÇO GERAL DAS FASES DE PROJETO SISTEMÁTICO DE FORÇA TERRESTRE



FONTE: DAVIS (1994)

O processo compreende quatro grandes fases, preliminar, conceitual, estrutural e operativa. Na fase preliminar são destacadas as atividades que exercem influência direta sobre organização e doutrina, dentre as atividades têm-se:

- a) as missões e as tarefas para a F Ter, que podem atuar de forma isolada ou em uma composição de emprego integrado;
- b) as informações e previsões tecnológicas, que mostram a realidade sobre as tendências da área tecnológica, bem como as possibilidades e limitações, a habilidade que existe ou não no País e ainda dá o alerta sobre tecnologias críticas para pesquisa e desenvolvimento;
- c) os Novos Conceitos Operacionais, que visam tratar do combate atual e futuro, analisando a história militar recente e a compreensão das tecnologias atuais e emergentes;
- d) a Análise do Teatro, que significa a avaliação da força num ambiente de emprego integrado, com o objetivo de avaliar as possibilidades frente a um suposto inimigo.

SORDI; NETO e GOMES (2003), apresentam as possíveis atuações do setor científico-tecnológico para as quatro fases. Para a fase preliminar, as atuações seriam: aplicação de técnicas prospectivas para delineamento das missões; identificação de tecnologias críticas e emergentes; modelagem, simulação e jogos de guerra para desenvolvimento de novas concepções de combate integrado; modelos matemáticos de pesquisa operacional para a avaliação do poder relativo de combate.

Na fase conceitual os esforços estão voltados para o projeto organizacional e doutrinário. A partir da definição organizacional, através dos princípios fundamentais, as forças ajustarão as suas doutrinas, ou seja, as suas ações.

Nesta fase, o setor de C&T possivelmente atuaria em: modelagem e simulação do ambiente, dos armamentos e do engajamento em combate; técnicas de otimização da pesquisa operacional para determinar os efetivos das tropas e distribuir entre eles os

equipamentos; análise de custo-benefício e modelos de logística; técnicas para formulação de requisitos de materiais de emprego militar, de treinamento e de qualificação de pessoal. (SORDI; NETO e GOMES, 2003, p. 66)

O objetivo da fase estrutural é de tornar real o que foi projetado, tanto no que diz respeito aos recursos humanos através da formação, treinamento e preparação de lideranças, como no que diz respeito aos materiais através de novas aquisições, de desenvolvimento próprio e repotencializações de equipamentos já em desuso.

As possíveis atuações do setor de C&T para esta fase são as seguintes: gerência de projetos; engenharia de sistemas complexos; engenharia de *hardware* e *software*; modelos de disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade; modelos de logística; modelagem de custos ao longo do ciclo de vida; ergonomia; técnicas de teste e avaliação; simuladores de treinamento e tecnologia educacional. (SORDI; NETO e GOMES, 2003, p. 68)

Por fim, a fase operativa mostra que o processo está pronto, isto é, projetado e estruturado. Nesta fase deve-se avaliar o desempenho da força, sendo necessário, deve-se realimentar as fases iniciais para obter um melhor resultado final. Essa realimentação do processo cria um estímulo para que haja uma atualização contínua do processo.

O setor de C&T pode atuar nesta fase com: modelos para avaliação do desempenho militar; técnicas para simulação do engajamento em combate; técnicas para registro e análise dos dados coletados em exercícios realísticos.

A importância do tema é mostrada no trabalho de (SORDI; NETO e GOMES, 2003, p. 69): “A inserção da C&T é indispensável para a própria existência de uma força armada, constituindo-se em um processo que deve permear todos os segmentos da F Ter, em decorrência dos grandes avanços tecnológicos ocorridos após a Segunda Guerra Mundial.”

Alguns pontos mais importantes de atuação do setor de C&T na força terrestre

apresentados por SORDI; NETO e GOMES (2003), são: o processo de engenharia de sistemas, a aquisição e desenvolvimento de MEM, a transferência de tecnologia, a tecnologia da informação, pesquisa operacional aplicada aos assuntos de defesa e a inserção da C&T na capacitação do oficial de Estado-Maior.

A engenharia de sistemas é um processo que aplica esforços científicos, de engenharia e de administração com a finalidade de transformar as necessidades através de um processo interativo formado por definição, síntese, análise, projeto, teste e avaliação. Visa a integração de parâmetros técnicos a fim de asseverar e otimizar o projeto total do sistema. Também integra fatores como confiabilidade, manutenibilidade, segurança, sobrevivência, fatores humanos e custos. (BLANCHARD⁴⁵, 1998, *apud* SORDI; NETO e GOMES, 2003, p. 68)

Em suma, a engenharia de sistemas é responsável pelo desenvolvimento da ciência, exigida hoje pela vasta complexidade dos sistemas tecnológicos. A engenharia de sistemas age em prol da solução de um problema de caráter complexo, marcando e estruturando subsistemas, partes e componentes. É utilizada quando não se consegue resolver problemas complexos com sistemas ou produtos já existentes, e que, para solucioná-lo depende de materiais, serviços, técnicas, pessoal e equipamentos especializados, produção, emprego, teste, treinamento, apoio e alienação.

O MEM está estreitamente ligado à questão dos recursos financeiros existentes e à disponibilidade tecnológica. Para a aquisição de MEM, não se deve apenas basear-se na área da C&T, deve-se portanto tomar as decisões apoiadas nos campos estratégico e administrativo também. Deve ser analisada a estrutura doutrinária da força.

Conforme SORDI; NETO e GOMES (2003, p. 71):

Todo processo de decisão ou de condução das atividades diretamente ligadas à obtenção de

⁴⁵ BLANCHARD, B. S. *System Engineering Management*. 2. ed. USA, John Wiley & Sons, 1998.

MEM deve ser respaldada pelo conhecimento de todas as variáveis envolvidas, tais como: formas de obtenção, desenvolvimento autóctone (características, vantagens e desvantagens), fomento industrial (características, vantagens e desvantagens), potencial do parque industrial militar brasileiro, importação (características, condicionantes, vantagens e desvantagens das “compras de oportunidade”), contratos (elaboração e acompanhamento) e mecanismos de compensação (“off set”), implicações na cadeia logística, implicações operacionais, entre outras.

Deve-se levar em consideração as possibilidades e as limitações da indústria bélica brasileira para poder se traçar o planejamento sobre o processo de aquisição e desenvolvimento de MEM. Se não ocorrer uma análise minuciosa das limitações da indústria, fatalmente incorrerá em erros irreversíveis dos processos.

4.4 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (CT&I)

O Brasil enfrenta dificuldades para levar suas pesquisas adiante por sofrer com a falta ou a irregularidade de destinação de verbas específicas para a produção de pesquisas. Para se produzir pesquisa básica, também chamada de científica, é necessário se ter recursos computacionais mínimos e um laboratório razoavelmente equipado. Quando se pensa em transformar a ciência em tecnologia através da pesquisa aplicada, é indispensável uma gama muito maior de recursos.

TABELA 1 – PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA MUNDIAL

	Brasil	EUA	UK	Alem	França	Itália	Israel	Coréia	Japão
% artigos	1,2	33,6	7,5	6,7	5,2	2,9	1,0	1,0	8,8
% patentes	0,06	54,13	2,33	7,01	2,96	1,31	0,32	0,79	22,67
Art/patente	20	0,62	3,22	0,96	1,76	2,22	3,13	1,26	0,39

FONTE: SCIENCE INDEX E SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS – 1996, NATIONAL SCIENCE BOARD – US GOVERNMENT PRINTING OFFICE, 1996. (LONGO⁴⁶, 2000, *apud* RODRIGUES, 2002, p. 27)

⁴⁶ LONGO, W. P. e. **Políticas industriais e a evolução do sistema brasileiro de desenvolvimento científico e tecnológico**. Rio de Janeiro, 2000. 1 disquete 3 ½”. Disquete apresentado pela ECEME durante o Curso de Direção para Engenheiros Militares.

A um nível mundial, o Brasil tem uma parcela de 1,2% da produção de ciência⁴⁷, enquanto isso o país produz apenas 0,06% de tecnologia⁴⁸, produzindo assim, vinte vezes mais ciência do que tecnologia, ao passo que EUA e Japão produzem muito mais tecnologia do que ciência, como se pode observar na Tabela 1 (f. 84).

Um importante distúrbio é mostrado em relação à distribuição de cientistas e engenheiros entre universidades (local onde geralmente se produz ciência) e centros de pesquisa públicos e privados (local onde geralmente se produz tecnologia). A Tabela 2 destaca a distribuição oposta dos cientistas e engenheiros brasileiros, coreanos e norte-americanos em relação ao local de trabalho em que atuam.

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DE C&E NO BRASIL, COREÍIA E NOS EUA

Cientistas e Engenheiros (C&E)	Brasil (%)	Coréia (%)	EUA (%)
Universidades	73	54	13
Centros/institutos de pesquisa (públicos)	16	35	7
Centros de pesquisa/empresas privadas	11	11	80

FONTE: FATESP (BROCHADO⁴⁹, 2002, *apud* RODRIGUES, 2002, p. 28)

Para que o Brasil venha a melhorar esses resultados é necessário melhorar a qualificação dos recursos humanos. Para isso, são necessários maiores investimentos na aplicação da pesquisa, ou seja, sair dos estudos científicos e dar prosseguimento no processo de produção de tecnologia, onde o objetivo é o registro de patentes.

No caso do EB, a tecnologia está inserida em equipamentos e sistemas de armas. Nos combates modernos, a tecnologia está cada vez mais sofisticada, o que

⁴⁷ A produção científica é medida pelo número de artigos publicados em congressos ou periódicos especializados.

⁴⁸ A produção tecnológica é medida pela quantidade de patentes registradas.

⁴⁹ BROCHADO, R. S. *Ciência e tecnologia no contexto do poder nacional e os reflexos para a preparação da Força Terrestre*. 2002. Palestra no Ciclo de estudos políticos e estratégicos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.

vem causando um grande desequilíbrio entre as forças militares no Teatro de Operações (TO)⁵⁰.

Para definir quais MEM o EB irá adquirir, ou por meio de compra, ou por meio de desenvolvimento, é levada em consideração a necessidade de combate, em outras palavras, a doutrina⁵¹ adotada para o combate.

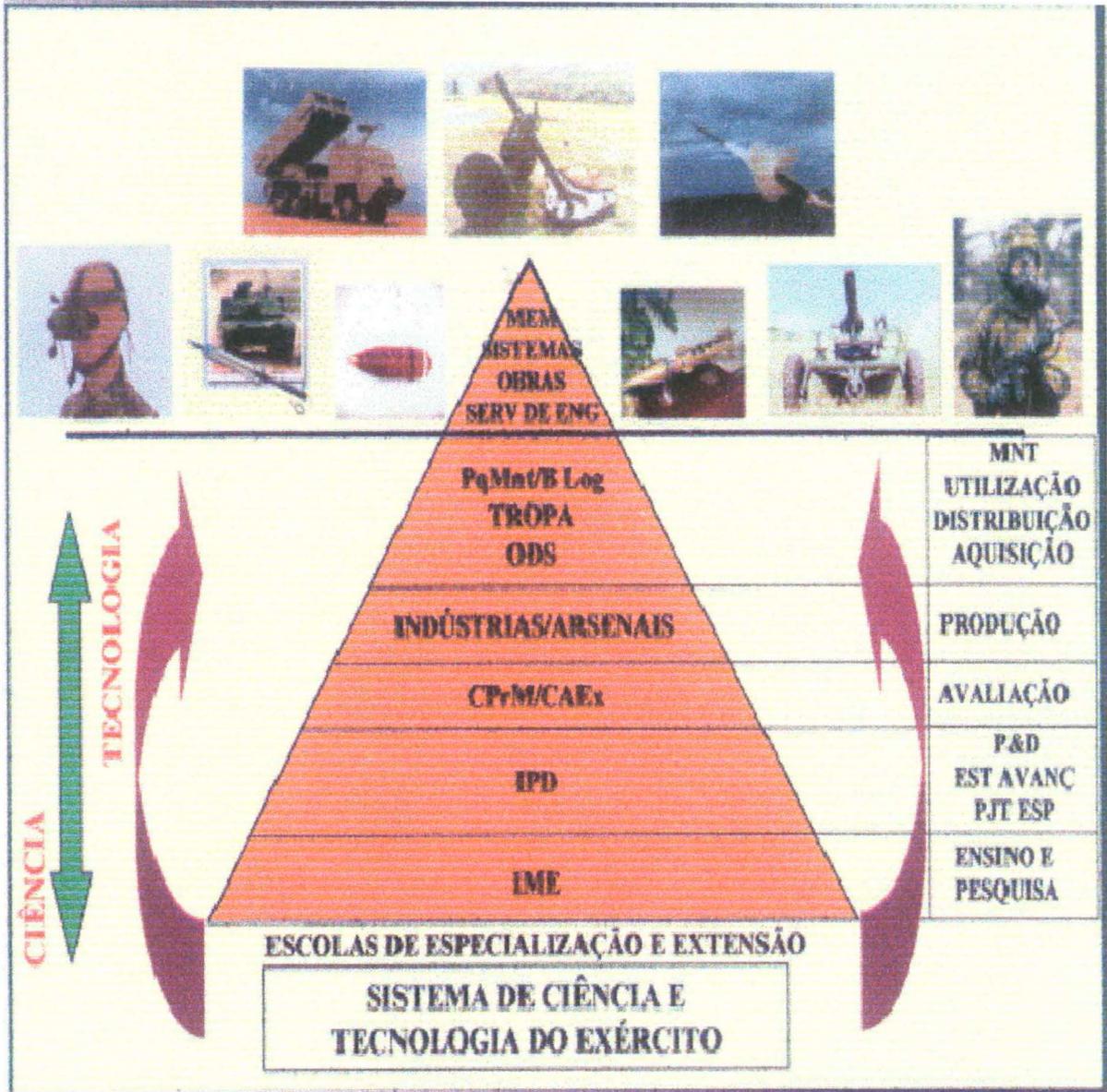
Para o desenvolvimento do MEM, deve existir uma interação entre militares e engenheiros com o objetivo adequar esses materiais na doutrina utilizada nos combates. A Figura 2 (f. 87) mostra como funciona o sistema de C&T no EB, onde é ilustrada a função de cada órgão no desenvolvimento do MEM. O IME, situado na base da pirâmide, tem a missão de formar os recursos humanos, do ensino e da pesquisa básica. O IPD tem a missão de efetuar a pesquisa aplicada e o desenvolvimento, os estudos avançados e os projetos especiais. O Campo de Provas da Marambaia (CPrM) e o Centro de Avaliações do Exército (CAEx) executam a avaliação técnica e operacional do MEM. Cabe aos Arsenais de Guerra e às indústrias a missão de produzir os MEM. Aos Parques de Manutenção (Pq Mnt), aos Batalhões Logísticos (BLog) e a tropa cabem as missões de aquisição, distribuição, utilização e manutenção dos MEM.

Algumas restrições impostas pela atual conjuntura dificultam as atividades de CT&I no EB. A restrição de recursos humanos se caracteriza pela falta de engenheiros para trabalharem com pesquisa básica e aplicada, no desenvolvimento de produtos e avaliação de MEM. Os recursos financeiros destinados para C&T no EB são muito pequenos. Com esses recursos já fica difícil adquirir material de consumo para os diversos laboratórios do IPD.

⁵⁰ O Teatro de Operações é o local em que o combate está sendo realizado.

⁵¹ A doutrina é um conjunto de princípios de atuação nos combates em que se baseia uma força militar.

FIGURA 2 – SISTEMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO EXÉRCITO



FONTE: INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (BROCHADO, 2002, *apud* RODRIGUES, 2002, p. 31).

As barreiras tecnológicas impostas por países mais desenvolvidos, dificultam o acesso de tecnologia crítica à defesa nacional. A globalização econômica, que determina a competitividade da indústria. A conjuntura desfavorável da indústria nacional, que pode ser vista através de redução orçamentária para o setor de defesa. A grande oferta internacional de MEM provoca uma queda no investimento da indústria bélica brasileira. Com a redução do orçamento das Forças Armadas, caem os pedidos

de MEM, ocasionando uma queda na demanda nacional. A não existência de uma forte política nacional de defesa prejudicando as necessidades das Forças Armadas.

A globalização traz transformações extraordinárias em termos de níveis de integração. Contudo, somente países possuidores de uma cultura já elevada e com uma estrutura científica e tecnológica avançada, ou seja, países bem preparados para receber essa intensidade de transformações, desfrutarão de inúmeras oportunidades oferecidas pela integração. Em países com uma menor preparação, fatalmente ocorrerá uma onda de tendências desintegradoras.

ALMEIDA (2003, p. 84) aponta o fato de que , em muitos casos, os efeitos da globalização são desequilibrados:

Muitos países estão se tornando atrasados em relação ao processo, com o que se tornam cada vez mais incapazes de se envolverem no ambiente competitivo que caracteriza a globalização. Em muitos casos, as disparidades resultantes, em especial as de ordem econômica e social, têm contribuído para a exacerbação das tensões étnicas e religiosas. Da mesma forma, terminam por contribuir para com o avanço do terrorismo e de novos tipos de conflitos armados que desafiam a capacidade de adaptação, planejamento e formulação doutrinária dos países, impondo novas demandas às instituições internacionais e nacionais.

Em um mundo globalizado, as forças armadas desempenham um importante papel no sentido de manter a paz, por mais que existam contestações em muitos aspectos. Para que as forças armadas de um país não fiquem antiquadas em pequeno espaço de tempo é necessária uma constante adaptação, envolvendo rapidez, mobilidade e desenvoltura logística.

Segundo RODRIGUES (2002), no caso da indústria bélica brasileira, algumas outras dificuldades podem ser mencionadas, como tais: a dificuldade de transferência de tecnologia, exigência de domínio de tecnologias específicas e de sistemas de elevada concentração tecnológica, a falta de uma padronização dos MEM⁵²,

⁵² Um exemplo da falta de padronização entre as Forças Singulares é o tipo de armamento adotado pelo Exército e pela Aeronáutica. O Exército utiliza-se de Fuzil calibre 7,62 mm, enquanto que a Aeronáutica possui Fuzil de calibre 5,56mm, diferenciando o tipo de munição utilizada.

descontinuidade e irregularidade da demanda, ausência de uma política voltada para a indústria de defesa e uma baixa demanda de produtos com grande complexidade.

Cabe destacar aqui a missão constitucional das Forças Armadas, servindo de base para a elaboração das políticas de defesa: “As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer um destes, da lei e da ordem.” (BRASIL, CRFB, p. 87)

A busca da solução pacífica de controvérsias e do fortalecimento da paz e da segurança internacionais, com o uso da força somente como recurso de autodefesa, está fundamenta na Política de Defesa Nacional (PDN). Essa política, em vigor, destaca dentro de sua orientação estratégica: “4.5. É essencial o fortalecimento equilibrado da capacitação nacional no campo da defesa, com o envolvimento dos setores industrial, universitário e técnico-científico. O desenvolvimento científico e tecnológico é fundamental para a obtenção de maior autonomia estratégica e de melhor capacitação operacional das Forças Armadas.” (BRASIL, PDN)

A PDN, no que diz respeito a alcance de seus objetivos, coloca algumas diretrizes, dentre as mais importantes no que se refere ao tema deste trabalho, pode-se citar as seguintes:

m) aprimorar a organização, o aparelhamento, o adestramento e a articulação das Forças Armadas, assegurando-lhes as condições, os meios orgânicos e os recursos humanos capacitados para o cumprimento da sua destinação constitucional: [sem grifo no original]

r) buscar um nível de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de capacidade de produção, de modo a minimizar a dependência externa do País quanto aos recursos de

natureza estratégica de interesse para a sua defesa.⁵³

Pode-se perceber nas citações acima que a PDN aponta em seu texto a importância da integração dos setores universitário, técnico-científico e industrial, apostando no desenvolvimento científico e tecnológico para reduzir a dependência externa por MEM.

No âmbito Exército, existe o Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEX), composto por sete documentos, retratando a preocupação manifestada na PDN.

Tanto o Ministério da Defesa quanto o Exército identificam e reconhecem a dependência tecnológica, contudo, estabelecem objetivos que almejam reduzir essa dependência externa de MEM e ainda reduzir o hiato tecnológico que existe na indústria bélica brasileira. Para isso é necessário desenvolver atividades no sentido da capacitação nacional em CT&I e ampliar o apoio à indústria bélica nacional.

Observa-se porém, que os objetivos acima descritos não estão sendo postos em prática, se tomado por base o orçamento destinado para CT&I. Como RODRIGUES (2002, p.39) comenta: “...o orçamento do Exército para a área de CT&I é muito pequeno, não sendo suficiente, sequer, para manter seus laboratórios atualizados. A forte restrição orçamentária, aliada à falta de prioridade para a CT&I, em detrimento de outra [sic] áreas, torna praticamente impossível a realização de qualquer pesquisa ou desenvolvimento de MEM de interesse do Exército.”

Duque de Caxias constantemente falava aos seus subordinados que uma nação poderia passar um século sem se envolver em conflitos, contudo não poderia estar sequer um segundo sem estar preparado.

⁵³ As letras m e r referem-se às alíneas do número 5. Diretrizes, da Política de Defesa Nacional.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho pode-se observar que a inovação tecnológica é incentivada por uma demanda por produtos ou processos. A partir dessa demanda criada pelas necessidades da sociedade inicia-se uma fase de pesquisa básica, que é determinada através da ciência. Depois do término dessa fase científica, inicia-se a fase de produção de tecnologia, ou seja, a produção de pesquisa aplicada, onde será realizada a produção em laboratório. O momento em que se insere o novo produto ou processo na indústria, ocorre a inovação.

No Brasil encontram-se muitas dificuldades no momento de se passar da fase de pesquisa básica para a fase de pesquisa aplicada, isso devido a grandes restrições encontradas, principalmente por motivos de falta de investimentos. Outro problema é a distribuição de cientistas e engenheiros entre universidades e centros de pesquisa.

A PDN, as FFAA e o EB se preocupam em incentivar a integração entre universidades, centros de pesquisa e indústria para que ocorra um desenvolvimento, com a finalidade de se reduzir a dependência de material de emprego militar do exterior. Com a geração de C&T domesticamente, pode-se, além de utilizar na indústria bélica, avançar em estudos de tecnologia de ponta, reduzindo o hiato tecnológico existente em relação aos países mais desenvolvidos. A tecnologia produzida para o setor de defesa poderá se transferir para a indústria civil, como em vários casos já existentes, reduzindo custos.

CONCLUSÃO

A análise do processo de inovação no quadro da indústria bélica brasileira foi o objeto deste trabalho. O ponto de partida foi a constatação da importância desse processo no contexto econômico onde o objetivo era mostrar que a relação ciência-indústria e a relação militar-civil são historicamente incontornáveis.

O principal resultado obtido foi que o processo de inovação deve-se apoiar sobre uma relação forte e estreita entre a ciência e a indústria e sobre uma relação forte e estreita entre o universo civil e o universo militar.

De fato, como pode ser visto ao longo deste trabalho, a concepção de um novo produto ou processo de emprego militar, ocorre nas instituições públicas de pesquisa que fazem parte da indústria bélica, que é elaborada e desenvolvida por pesquisadores. O domínio do conhecimento ocorre numa etapa a montante desse processo (por exemplo CTEEx), quando os cientistas e pesquisadores desejam saber o porquê por exemplo que um determinado tipo de aço não resiste a um projétil perfurante enquanto outro tipo de aço tem tal resistência. Nesse momento, quando o pesquisador responde a questão porquê, chega-se ao domínio do conhecer (o domínio das ciências) e o objeto de interrogação do pesquisador torna-se um objeto de conhecimento. Encontrando a resposta à questão, reconhece-se a possibilidade de manipular esse aço e mudá-lo. O objeto em questão encontra-se num segundo nível, aquele da técnica onde o objeto de conhecimento torna-se objeto técnico na medida em que o pesquisador responde a questão como (por exemplo: como se pode modificar esse aço para que ele resista aos projéteis perfurantes? - trata-se aqui de um aço que serviria de blindagem para um carro de combate utilizado pela Cavalaria do Exército Brasileiro). Todavia, tal processo não para nesse nível mas ao contrário ele vai mais longe na medida em que este objeto técnico torna-se manipulável nas mãos do pesquisador. A partir desse momento, o objeto técnico torna-se objeto industrial, ou seja um novo

produto ou procedimento que será introduzido no mercado de armamento.

Não obstante, o papel da P&D militar mostrou-se, ao longo deste trabalho, como um instrumento que comprovadamente faz a ligação dos centros de pesquisa militares aos centros de pesquisa civis, tais como as universidades, laboratórios públicos de pesquisa entre outros.

Dessa forma, pode-se afirmar que os centros de pesquisa militares e os centros de pesquisa civis complementam-se entre si, conforme foi visto no capítulo 3. Da década de oitenta até o ano de 2000, houve um afastamento desses centros, devido a uma série de fatores. Observou-se que esses centros civis e militares, quando atuavam em conjunto, produziam muitas inovações e melhoramentos, portanto se houvesse um incentivo para que esses centros trabalhassem na forma de parceria, assim, otimizariam seus recursos escassos, podendo se chegar num patamar científico tecnológico muito mais elevado do que se tem no Brasil atualmente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. W. L. de. Economia e Orçamento para a Defesa. *A Defesa Nacional*, Rio de Janeiro, nº 797, p. 80-99, set./out./nov./dez. 2003.

ANGELIER, J-P. **Economie Industrielle: une méthode d'analyse sectorielle**. Ed. Presses Universitaires de Grenoble, 1997.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 31/2000 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94. Senado Federal, Brasília, p. 87, 2001.

BRASIL. **Política de Defesa Nacional**. Disponível em: < <http://www.defesa.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2003.

CAMARGO, E. J. de C. **Estudos de Problemas Brasileiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bibliex. p. 202/206. 1979.

DESA, X. V. **Economía de la Innovación y Cambio Tecnológico: Una Revisión crítica**. Madrid, Siglo XXI de España Editores S.A., 1995.

DOSI, G. **Technical Change and Economic Theory**. University Harvard Press, 1988.

DOSI, G.; TEECE, D.; WINTER, S.G. Les frontières des entreprises : vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise. *Revue D'Économie Industrielle*, nº 51, 1^{er} trimestre 1990.

EDITORIAL. A Casa do Trem. *A Defesa Nacional*, Rio de Janeiro, nº 779, p. 1-2, jan./fev./mar. 1998.

FIGUEIREDO, D. de O. A indústria bélica brasileira. Independência, subserviência ou morte. *A Defesa Nacional*, Rio de Janeiro, nº 764, p. 20-43, abr./jun. 1994.

FILHO, G. L. C. **P & D Militar: Situação, Avaliação e Perspectivas**. Estudo realizado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II), 32 f. 1993.

FONSECA, J. W. F. da. **A Transferência de Tecnologia da Indústria Bélica Brasileira para a Indústria Civil: o Caso da Indústria Automobilística**. Curitiba, 1997. 136 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

FONSECA, J. W. F. da. O Desenvolvimento da Indústria Bélica no Brasil e seu Processo de Spin Off. *Revista de Economia Política*, vol. 20, nº 3 (79), p. 136-156, jul./set. 2000.

FONSECA, J. W. F. da. **O Estatuto da Mudança Técnica e do Processo de Inovação na Economia: as dificuldades de integrar a ciência, a técnica, o tempo e a história**. Artigo em curso de análise. Curitiba, 2004.

FONSECA, J. W. F. da; MIGNOT, J-P. **La construction des relations Recherche – Industrie dans les Sciences du Vivant: problèmes théoriques et pratiques**. In

L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant; L'Harmattan, Troisième chapitre, p. 105-106, 2003.

FREEMAN, C. **La Teoria Econômica de la innovación Industrial**, Alianza Universidad, 1974.

HICKS, J. R. **Valor e Capital**. Nova Cultural, 1987. (Os Economistas).

LONGO, W. P. e. **Ciência e Tecnologia: alguns aspectos teóricos**. Escola Superior de Guerra (ESG), Rio de Janeiro, p. 2-3, 1987.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. Nova Cultural, 1985. (Os Economistas).

MARTINS, J. A. de P. Influência do Desenvolvimento Científico-Tecnológico sobre a expressão Econômica do Poder Nacional. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, nº 733, p. 108-135, set./out. 1985.

NELSON R.; WINTER S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge University Press, 1982.

OLIVEIRA, A. C. de. Desenvolvimento de sistema de Armas: Absorção de Tecnologia Específica. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, nº 727, p.110-139, set./out. 1986.

OLIVEIRA, C. R. F. de. **Avaliação da Indústria Bélica Nacional: Produzir ou Importar**. Rio de Janeiro, 1997. 58 f. Monografia da ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO (ECEME).

PARETO, V. **Manual de Economia Política**. Nova Cultural, 1984. (Os Economistas).

PAVITT, K. **Sectorial Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory**. Cambridge University Press, 1982.

PRIETO, J. B. et al. Uma Interpretação da Conjuntura Internacional e Perspectivas para a Indústria Bélica Brasileira. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, nº 756, p. 60-61, abr./jun. 1992.

RODRIGUES, M. E. C. **Propostas de Reativação da Indústria Bélica Nacional**. Rio de Janeiro, 2002. 70 f. Monografia da ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO (ECEME).

SCHUMPETER, J. A. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Zahar, 1984.

SORDI, A. C. C. de; NETO, P. S. da S.; GOMES, M. G. F. M. Gestão de Ciência e Tecnologia para a Força Terrestre: Desafio Singular de Estado-Maior. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, nº 796, p.63-77, mai./jun./jul./ago. 2003.

WALRAS, L. **Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura**. Nova Cultural, 1988. (Os Economistas).