

HERON GONDRO DE SOUSA

**TRANSFERÊNCIAS TECNOLÓGICAS E INOVAÇÃO ENTRE AS INDÚSTRIAS
BÉLICA E CIVIL BRASILEIRAS – UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O PROCESSO
DE *SPIN OFF* NO SÉCULO XXI**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do Grau de Bacharel em Ciências
Econômicas da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José W. F. da Fonseca

CURITIBA

2010

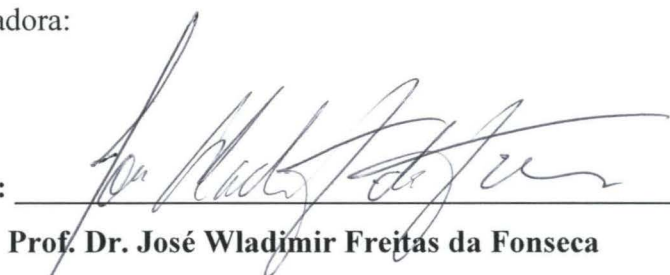
TERMO DE APROVAÇÃO

HERON GONDRO DE SOUSA

TRANSFERÊNCIAS TECNOLÓGICAS E INOVAÇÃO ENTRE AS INDÚSTRIAS BÉLICA E CIVIL BRASILEIRAS – UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE *SPIN OFF* NO SÉCULO XXI

Monografia aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

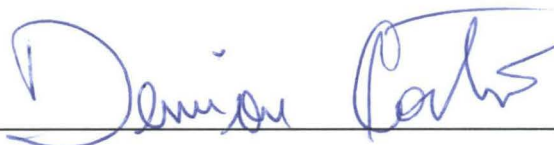
Orientador:



Prof. Dr. José Wladimir Freitas da Fonseca

Departamento de Economia, UFPR


Examinador:



Prof. Dr. Demian Castro

Departamento de Economia, UFPR

Examinador:



Prof. Dr. Fernando Motta Correia

Departamento de Economia, UFPR

CURITIBA

2010

Agradecimentos.

A Deus na pessoa do Senhor Jesus Cristo acima de tudo.

A minha querida mãe Valmira que tanto lutou por mim.

O meu pai José Aílto que já não está mais entre nós.

E aos meus irmãos Paulo e Kamila.

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de identificar se há *Spin off* na indústria bélica do Brasil para a indústria civil brasileira no século XXI. O *Spin off* é definido como um fenômeno de disseminação tecnológica que ocorre no ambiente bélico e difundido para o ambiente civil. Diferente da Tecnologia Dual onde o produto atende tanto a demanda civil como a militar, o *Spin off* é um fenômeno que vai muito mais além. Nestes termos o presente estudo está dividido em quatro partes. Na primeira parte faz-se um resgate histórico da indústria bélica brasileira desde a segunda metade da década de quarenta até a primeira década do século XXI. Num segundo momento estuda-se a Teoria Evolucionista, procurando identificar nesta teoria as bases explicativas para o *Spin off*. Na terceira parte deste artigo apresenta-se o caso do VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) desenvolvido recentemente no Brasil, procurando identificar nele se trata efetivamente de *Spin off*. No final sumaria-se as principais conclusões.

PALAVRAS CHAVE: Indústria Bélica, *Spin Off*, Teoria Evolucionista, Inovação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Balões utilizados pela Rússia em 1880.....	31
Figura 2: <i>Sperry's Aerial Torpedo</i> e <i>Vergeltungswaffe V-1</i>	32
Figura 3: <i>Lockheed D-21</i> e <i>AQM-34 Ryan Firebee</i>	33
Figura 4: <i>General Atomics RQ-1 Predator</i> , <i>US Army</i>	33
Figura 5: VANT's: Acauã e Falcão.....	34
Figura 6: Projeto VANT Avibrás.....	35
Figura 7: VANT's Norte Americanos engajados em combate.....	36
Figura 8: VANT's: Carcará e Apoena.....	36
Figura 9: VANT's: Monitoração de Queimadas e Segurança Urbana.....	37
Figura 10: VANT RPH-2 Pulverização e Topografia Laser.....	38

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1. BREVE HISTÓRICO DO <i>SPIN OFF</i> NO BRASIL.....	10
1.1 OS PRIMÓRDIOS.....	10
1.2 A CONSOLIDAÇÃO.....	11
1.3 O APOGEU.....	13
1.4 A DESACELERAÇÃO.....	14
1.5 O SÉCULO XXI.....	16
2. COMO OCORRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BÉLICA?.....	17
2.1 TEORIA EVOLUCIONISTA.....	17
2.2 A INOVAÇÃO E A INDÚSTRIA BÉLICA.....	23
2.2.1 A Inovação e a Indústria Bélica no Brasil.....	24
2.2.2 A Inovação e a Indústria Bélica no Mundo.....	26
3. ESTUDO DE CASO.....	30
3.1 HISTÓRICO.....	31
3.2 PROJETOS E APLICAÇÕES.....	33
3.3 AVALIAÇÃO SOBRE A OCORRÊNCIA DO <i>SPIN OFF</i>	38
3.3.1 Tecnologia Dual.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	42

INTRODUÇÃO

O *Spin off* é um processo em que ocorre uma disseminação de tecnologias que pode vir a ocorrer não somente na indústria bélica mas também na indústria civil. O *Spin off* se comporta dessa forma devido a ser um fenômeno industrial tecnológico, onde não há impedimento para que ele se venha a se manifestar em todo e qualquer setor que utilize tecnologia. Especificamente na indústria bélica, o *Spin off* é resultado da P&D militar intensamente usada, resultando na geração de aplicações na indústria civil, justificado pela proximidade que a tecnologia bélica possui de alguns setores da economia.

A Tecnologia Dual é um evento muito parecido ao Spin Off, porém no seu caso trata-se de um produto que atende para fins bélicos porém pode ser aplicado em atividades civis sem a necessidade de adaptações, sendo independente do domínio da tecnologia nacionalmente ou não (FONSECA, 2000).

Durante a década de oitenta, verificou-se no Brasil a existência de *Spin off* da indústria bélica para a indústria civil. Foi possível constatar o *Spin off* em setores industriais relacionados ao Exército, Marinha e Aeronáutica. Porém no Exército ocorreu o maior *case* de sucesso do *Spin off* brasileiro, através do desenvolvimento de sistemas para a indústria automobilística a partir de inovações capitaneadas por engenheiros militares em empresas como a QT engenharia, Engesa, Bernardini e Biseli (DAGNINO & CAMPOS FILHO, 2007).

Embora os percalços no caminho do desenvolvimento desse processo, a década de oitenta foi o período onde o *Spin Off* ocorreu na sua forma mais clara e completa. Caracterizando o fim dos anos setenta e início dos anos noventa como período áureo da indústria bélica brasileira, com grandes e significativos avanços técnicos e tecnológicos (LANGE, 2007) sendo abordado em tópico específico neste artigo.

Duas fases históricas precederam esse período, compreendendo a primeira fase um intervalo longo, abrangendo meados do século XIX até o fim da Segunda Guerra Mundial, onde o papel militar esteve relacionado a obras de infra-estrutura e engenharia civil conduzidas por engenheiros com formação militar desde o período do Império, e a partir da primeira metade do século XX, lançando as bases industriais para garantir a dotação de equipamentos e artefatos necessários para o Brasil no período de beligerância mundial (NAZARÉ, 2007).

A segunda fase compreende o imediato pós-guerra até metade da década de setenta com a consolidação da indústria bélica no Brasil através da orientação política do Regime Militar em transformar o Brasil em uma Potência dominando as mais avançadas tecnologias

bélicas, o que só seria alcançado através de grandes esforços promovidos por áreas sensíveis de C&T, acompanhado por um processo de substituição de importações em marcha forçada rumo ao desenvolvimento interno de armas e equipamentos baseados em P&D militar, que supriria as necessidades das forças armadas brasileiras e de outras forças armadas através da exportação, garantindo uma posição privilegiada ao Brasil no cenário internacional (CRUZ, 2006).

Esse processo de *Spin off* ocorrido no Brasil na década de oitenta está longe de ser algo sistemático e conduzido de forma efetiva pelo Estado, mesmo sendo o Estado um agente fundamental para a ocorrência desse processo. Foi na verdade fruto da capacidade inventiva dos engenheiros brasileiros frente às necessidades urgentes da força terrestre, desfavorecida em meados da década de sessenta e início da década de setenta por uma conjuntura política, institucional e internacional que pouco ou em quase nada contribuiu para o desenvolvimento desse processo.

“(...) os sucessos alcançados neste campo (...) deveram-se mais à iniciativa da capacitação técnico-científico militar individual, do que a participação a nível de planejamento do Estado Maior da Força Armada concatenada com seus órgão de pesquisa e desenvolvimento (...)” (FONSECA, 1997, p.93)

Em seguida a esse período áureo da indústria bélica brasileira, devido à orientação política do Estado e condução de políticas econômicas em grande parte forçada por fatores internacionais, que culminaram nas diversas crises de países subdesenvolvidos, como o caso do Brasil que já enfrentava dificuldades internas e externas desde o início dos anos oitenta que acabariam levando o país no início dos anos noventa a um estado de estagnação profundo, caracterizando a última fase da indústria bélica brasileira no século XX como uma fase estacionária, com avanços em ritmo mais lento (FURTADO, 2003).

O que se pode perceber é que na década de oitenta o Estado foi agente importante para desencadear o processo de *Spin off*, capacitando com os meios necessários a sua ocorrência, assim exercendo uma influência indireta sobre ele. Por outro lado na década de noventa a cooperação entre Estado e Indústria que possibilitou a ocorrência do *Spin off* foi se reduzindo, inibindo o surgimento de um novo grande ciclo de *Spin off*, assim como ocorreu na década anterior.

Diante dos parágrafos anteriores segue a pergunta de partida deste artigo: É possível existir *Spin off* nos dias de hoje? Para responder essa questão este artigo está dividido em três seções.

Na primeira seção, é realizado um breve resgate histórico do *Spin off* na indústria bélica brasileira e da conjuntura histórica anterior e posterior a ele, abrangendo as três últimas décadas do Século XX e a primeira década do Século XXI.

Na segunda seção, é apresentado o referencial teórico que permite entender de que forma ocorre a inovação na indústria bélica, analisando os fatores que resultam na ocorrência do *Spin off* e conseqüentemente na geração de benefícios para a sociedade.

E na terceira seção é apresentado o estudo de caso de pesquisas bélicas que resultam no desenvolvimento atualmente dos VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados), que nos permitirão afirmar como principal conclusão se o *Spin off* ocorre ou não nos dias de hoje.

1. BREVE HISTÓRICO DO SPIN OFF NO BRASIL

Apresentar a conjuntura de décadas anteriores é de fundamental importância para entendermos todo o processo histórico que levou a ocorrência do *Spin off*, bem como verificar a sua ocorrência hoje. Para isso serão apresentados os agentes, instituições e eventos históricos que culminaram com o desenvolvimento e verificação do *Spin off* no Brasil.

1.1 OS PRIMÓRDIOS

Os fundamentos da industrialização bélica brasileira remontam o período da Segunda Guerra Mundial, que tornou evidente a grande distância existente entre o Brasil e os principais países beligerantes da época, em termos de aparelhamento de suas forças armadas. E é somente a partir desse período que os militares brasileiros se dão conta da importância estratégica que o domínio da C&T passou a representar, promovendo esforços tecnológicos em várias frentes para possibilitar a construção de armamentos com tecnologias mais avançadas onde a P&D militar são fundamentais (CAVAGNARI, 1993).

Durante esse período a indústria bélica brasileira é consolidada e passa a desenvolver armamentos a partir do uso militar de P&D. Fatos importantes ocorrem no sentido de viabilizar o avanço tecnológico dos artefatos bélicos brasileiros. A criação da Escola Superior de Guerra em 1948 e em 1951 o CNPq, podem ser citados como alguns dos principais esforços para fomentar a P&D militar no Brasil (LANGE, 2007).

O conflito estimulou a produção interna de armamentos, e conseqüentemente desenvolvimento de novos aparatos para as forças armadas, locais que hoje são centros de

excelência no desenvolvimento bélico datam desse período, destacando a fundação do ITA em 1950 o IME em 1959 e o convênio entre a Marinha e a USP em 1955 (NAZARÉ, 2007).

Pela sua participação ao lado dos Aliados na guerra os EUA construíram na cidade de Volta Redonda a CSN, isso capacitou o Brasil a produzir aços que anteriormente não era possível produzir internamente, já no início da década em 1951 a CSN passou a ser responsável por cerca de 49% de toda a produção nacional. Ainda na esteira desses acontecimentos alguns anos mais tarde em 1953, novamente com uma grande ajuda de capital externo é fundada a Petrobrás.

A construção e a fundação dessas duas empresas trouxeram após si um estímulo ao surgimento e desenvolvimento de novas indústrias, como a de bens de capital com máquinas operatrizes e aço o que exigiu uma capacitação técnica de mão-de-obra e engenharia em níveis muito elevados. Com a ampliação da base industrial foi sentida a necessidade de implantação de políticas específicas para o contínuo desenvolvimento industrial do país. Essa necessidade foi atendida então com a criação de órgãos voltados a pesquisa e desenvolvimento, dando destaque ao CNPq como um desses órgãos (CRUZ, 2006).

Embora mesmo com o governo adotando medidas de fomento ao desenvolvimento bélico, naqueles primórdios os EUA já adotavam políticas que criavam barreiras à exportação de equipamentos e transferências tecnológicas¹ tão necessárias para o progresso da nova indústria bélica brasileira, garantindo assim a sua influência na América Latina prendendo os países pela dependência tecnológica ao único fornecedor de armamentos sofisticados da época. (CAVAGNARI, 1993).

1.2 A CONSOLIDAÇÃO

Em função de diversos tratados de cooperação assinados com os EUA², os esforços brasileiros empreendidos para alcançar um elevado grau de progresso técnico-científico na indústria bélica estavam sendo minados através da criação de um círculo vicioso de dependência tecnológica externa (LANGE, 2007).

Porém na década de sessenta o Brasil já havia conquistado importantes avanços tecnológicos que permitiram ampliar o setor bélico e localizar saídas para vencer as limitações de acesso às tecnologias avançadas. Em resumo, estava ocorrendo o processo de industrialização através da substituição de importações no setor bélico.

¹ Ainda hoje tal comportamento é adotado pelos EUA, como veremos adiante.

² Tratado Interamericano de Assistência Recíproca (TIAR) em 1947 e o Programa de Assistência Militar (*Military Assistance Program, MAP*) em 1952.

Todavia foi constatada anteriormente a década de sessenta um grande problema, a dependência da importação de armas e equipamentos³. O período se caracterizava por grandes e rápidos avanços tecnológicos, em outras palavras, em pouco tempo os equipamentos já estavam ultrapassados por versões mais novas ou por novos equipamentos tecnologicamente superiores.

Os reflexos desse problema se convertiam além de um aumento considerável da defasagem tecnológica, também na dificuldade até mesmo de encontrar peças e componentes de reposição, pois as indústrias americanas deixavam rapidamente de produzir um artefato para produzir outro artefato tecnologicamente superior. Com equipamentos já antiquados e ultrapassados as Forças Armadas brasileiras foram em busca de uma saída.

O rompimento com esses acordos gerou um estímulo na indústria bélica brasileira, fomentando o objetivo de modernizar e nacionalizar os equipamentos em uso, bem como o incentivo a P&D militar no sentido de desenvolver internamente as tecnologias necessárias para abastecer as forças armadas com equipamentos nacionais (FONSECA, 1997).

Outro avanço de fundamental importância para todo o processo foi a Mobilização Industrial empreendido a partir de 1964 com a criação do GPMI⁴, entre a indústria em São Paulo e as Forças Armadas promovendo a associação de empresas do setor privado e o setor de defesa, operando a conversão de diversas empresas civis em fonte permanente de novas tecnologias e de contínua busca por capacitação técnica.

O objetivo da GPMI foi alcançar por meio da substituição de importações de material bélico, a diversificação da produção de artefatos militares produzindo melhorias quantitativas e qualitativas no que já era produzindo e proporcionando uma base para a produção de avanços tecnológicos que permitiriam a produção de materiais com alto grau de tecnologia. A GPMI envolveu as indústrias desde a têxtil e alimentícia até equipamentos aeronáuticos de ponta (RACY & SILBERFELD, 2006).

Mas com o tempo passando os equipamentos continuaram se tornando cada vez mais defasados, o estilo da guerra moderna estava cada vez mais dependente da tecnologia, porém a aquisição de equipamentos novos era improvável devido à dura realidade econômica enfrentada pelo Brasil, mas romper com a dependência externa era cada vez mais latente. A

³ Leiam-se artefatos bélicos sustentados em P&D militar de ponta.

⁴ Grupo Permanente de Mobilização Industrial.

solução desse impasse vinha sendo aplicada desde o período da Segunda Guerra⁵ (LANGE, 2007).

A repotencialização de equipamentos e armamentos era a solução, o país até então já havia conquistado certo grau de experiência nesse aspecto durante o período da Segunda Guerra. Consistia na adaptação e modificação de características, reparo e substituição de componentes dando nova vida a esses equipamentos, promovendo o ganho de experiência e capacitação técnica por meio dessas restaurações.

“Conclui-se que este foi um período marcante para a indústria de defesa no Brasil. Auxiliada pelos ventos modernizantes da época, a Base Industrial de Defesa pode se estabelecer, apesar de se voltar basicamente para a fabricação, com a formação de recursos humanos e a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ainda em segundo plano.” (LANGE, 2007, p. 10)

Ocorre no final da década de sessenta a criação do Grupo de Trabalho de Desenvolvimento de Blindados (GTDB) onde engenheiros militares aplicaram modernas tecnologias em blindados importados dos EUA após a Guerra. O trabalho foi fértil a tal ponto que além de possibilitar uma transformação total nos carros de combate, concedeu aos engenheiros a experiência e conhecimento técnico necessário para o desenvolvimento de carros de combate nacionais (FONSECA, 1997).

1.3 O APOGEU

A década de setenta foi o ápice da indústria bélica brasileira, porém esses avanços somente acontecerem porque nos anos anteriores foram estruturadas as condições necessárias para que os saltos qualitativos pudessem ocorrer.

O elevado grau de industrialização alcançado nas duas décadas anteriores, a quebra dos acordos militares com os EUA e a mudança na estrutura global do mercado de armamentos, foram os fatos importantes nesse período (NAZARÉ, 2007).

E nesse período o novo fator que favoreceu a indústria bélica nacional, a mudança na estrutura do mercado de armamentos causada pela internacionalização da produção e disseminação de novas tecnologias, que tirou das mãos dos grandes produtores internacionais de armamento o controle sobre o mercado.

Numa realidade onde a conjuntura internacional do setor bélico encarou a proliferação de fornecedores, um ambiente regido pelos interesses comerciais nas negociações, a

⁵ A montagem de aviões de treinamento norte-americanos e o desenvolvimento de tecnologia nacional de sonares numa colaboração entre Marinha, USP e Comunidade de Físicos brasileiros

tecnologia como meio de troca e uma crescente internacionalização da produção (CRUZ, 2006).

A competição surgida nesse período abriu portas para a criação de novas alianças que abririam portas para novas tecnologias e o surgimento de novos mercados consumidores, para os produtos nacionais foi o deslanchar daquilo que vinha sendo construído desde as décadas anteriores, pois além de atender a demanda interna o país entrou para o pequeno rol de exportadores de armamentos.

Apoiada por essa conjuntura internacional favorável, capacidade industrial instalada nas décadas anteriores, capacidade em gerar tecnologias próprias, explorando um nicho de mercado de equipamentos de média tecnologia e um cenário favorável ao crescimento das exportações, selaram o sucesso da indústria bélica brasileira na década de setenta (LANGE, 2007).

Era de fato o apogeu da indústria bélica brasileira, e a partir desse período que o *Spin off* é verificado em vários segmentos. Os estímulos econômicos necessários para sua ocorrência, o contexto internacional e os fundamentos lançados anteriormente criaram um ambiente favorável para a ocorrência do *Spin off*.

A indústria bélica chega à década de oitenta. São lançados diversos projetos, tornando o país uma referência tecnológica para indústrias de menor avanço tecnológico devido ao grau de sofisticação desses projetos. Liderando essa tendência estava a Engesa na produção de blindados; A Embraer na produção de aviões de combate; e a Avibrás produzindo sistemas de armas (CAVAGNARI, 1993).

A relação entre as indústrias bélica e civil já estava praticamente consolidada, a ocorrência do *Spin Off* se deu em vários setores, pois o desenvolvimento da tecnologia bélica estimulou inúmeros segmentos industriais: mecânica e metalúrgica, informática e telecomunicações, engenharia de precisão e eletroeletrônica, entre outros. Há a conversão de diversas indústrias civis para atividades produtivas destinadas ao setor bélico, entre elas estão a Engesa, Bernardini, Biselli, DF Vasconcelos entre outras (FONSECA, 1997).

1.4 A DESACELERAÇÃO

Após o período considerado o apogeu da indústria bélica brasileira, no final da década de oitenta e início da década de noventa, mudanças no cenário internacional levaram não apenas a indústria bélica nacional à crise, mas juntamente todas as indústrias bélicas sofreram com a crise. o fim da Guerra fria levou a uma diminuição da demanda por armamentos, junto com um aumento da oferta global deles (DAGNINO & CAMPOS FILHO, 2007).

Fatores macroeconômicos, como problemas com uma dívida externa que tinha alcançado patamares muito elevados para as economias de países subdesenvolvidos como o Brasil devido aos choques do petróleo em meados da década de setenta. Paradoxalmente fatores como a redução do preço do petróleo reduzido as receitas dos países árabes principais importadores de tecnologia nacional. São dois exemplos da conjuntura desfavorável que se configuraram em oposição à concretização do interesses da indústria bélica brasileira (NAZARÉ, 2007).

Seguindo nessa esteira de problemas, um exemplo foi insucesso do carro de combate Osório, que não conseguiu alavancar o salto tecnológico almejado pela indústria bélica nacional, por motivos que variaram desde a pressão exercida pelos EUA na concorrência pelo mercado de países do Oriente Médio até o erro fatal de ser um armamento desenvolvido especificamente para o mercado externo, não atendendo o que seria o principal demandante, o mercado interno (RACY & SILBERFELD, 2006).

Além desses fatores que causaram problemas que afetaram não somente à indústria bélica brasileira, existiram fatores específicos que colaboraram para a crise nessa indústria: os principais demandantes dos armamentos brasileiros, não prosseguem com seu rearmamento⁶, e a mudança das relações entre os militares e o governo, devido à alteração do sistema de governo ocorrido no país a partir de 1985 (CRUZ, 2006).

O avanço nos projetos bélicos ocorreu devido à demanda das forças armadas brasileiras que viabilizaram a sua concretização através da demanda que ela mesma promoveu. Porém essa demanda não foi suficiente para garantir a viabilidade desses projetos, estando diretamente ligado a isso o orçamento que a cada ano era reduzido. Além da já citada “armadilha” que a indústria bélica brasileira criou para si mesma criando projetos que não tinham demanda interna (DAGNINO & CAMPOS FILHO, 2007).

A indústria bélica no período focou seus esforços em artefatos que seguiam em um nicho tecnológico não mais observado devido aos grandes avanços obtidos no setor pelos principais países exportadores de tecnologia bélica. Porém as necessidades das forças armadas brasileiras de tecnologia de ponta continuaram, e com isso os dispêndios com a importação de tecnologia, perpetuando a dependência tecnológica do exterior (ANDRADE DA SILVA, 2008).

Aliado a ausência de demanda interna e de dependência tecnológica externa ainda existente, a pressão dos grandes produtores de armamentos auxiliados pelo alinhamento do

⁶ O Iraque é o personagem principal nesse caso

governo brasileiro com as idéias dos EUA sobre a indústria de armamentos impediu que a indústria bélica nacional se projetasse definitivamente no cenário internacional e entrasse num círculo virtuoso de avanços tecnológicos (RACY & SILBERFELD, 2006).

1.5 O SÉCULO XXI

Ao se iniciar a década de noventa o balanço que seguiu, com problemas macroeconômicos que pareciam sem solução e imposições feitas por agências e bancos internacionais, grande parte das empresas que foram criadas através do programa de substituição de importação se viram em vias de fechamento ou de necessidade de se associar ao capital estrangeiro para não encerrarem suas atividades (NAZARÉ, 2007).

O fim da década de noventa e início dos anos 2000, foi caracterizado por um estado quase “vegetativo” desses projetos, legado a uma “estratégia reativa” ou de “sobrevivência”, com o contingenciamento de verbas para o investimento e reaparelhamento das forças armadas (DAGNINO & CAMPOS FILHO, 2007).

Porém uma nova fase é iniciada caracterizada pela politização do assunto, gerando uma nova concepção das necessidades relativas à indústria bélica brasileira diretamente ligada a autonomia nacional. Sendo que a partir do ano de 2003 o ministério da defesa convoca diversos agentes da sociedade ligados ao tema de segurança nacional para discutir os novos rumos da indústria bélica nacional, levando dois anos depois a criação da “Política Nacional da Indústria e Defesa” para fomentar ações que irão dar nova vida a indústria bélica brasileira no século XXI (ANDRADE DA SILVA, 2008).

O destaque pode ser dado à construção do submarino convencional “Tikuna” no Arsenal da Marinha no RJ, a tentativa de se criar uma nova família de blindados sobre rodas necessários ao Exército sendo encabeçado pela Avibrás, e também em parceria com a Argentina, demonstrando apesar das reduzidas verbas um esforço no sentido de promover a atualização dos meios da força terrestre e pela Aeronáutica a tentativa de desenvolver um caça supersônico (LANGE, 2007).

A partir do início dos anos 2000, a crise enfrentada ao longo da década de noventa dá sinais que está passando. As empresas do setor de defesa estão se organizando em torno de instituições, a título de exemplo citamos a Associação Brasileira das Indústrias de Defesa (ABIMDE) e Sindicato Nacional da Indústria de Material de Defesa (SINDE), realizando intercâmbio com o Ministério da Defesa no sentido de promover o fechamento de negócios de desenvolvimento e fornecimento de materiais bélicos para as forças armadas.

Porém os ainda poucos recursos orçamentários para a área de defesa, a elevada carga tributária que onera os equipamentos produzidos nacionalmente e a falta de uma política de apoio e planejamento de longo prazo ainda são entraves à essa indústria que mesmo com todas as dificuldades conseguiu manter empresas como a Avibrás e Embraer mas também atraiu novas empresas como a Engpron, Mectron e Orbisat. Sinalizando para um futuro promissor para a indústria bélica brasileira (LANGE, 2008).

2. COMO OCORRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BÉLICA?

Para explicar a inovação é abordada a concepção dada pela Teoria Evolucionista, pois considera a ciência e a tecnologia como variáveis econômicas endógenas dentro do processo de inovação.

Sendo apresentada como a Teoria Evolucionista encontrou aplicação prática durante o processo de instalação, consolidação e estabilização da indústria bélica no Brasil. Também sendo apresentadas as principais características e peculiaridades da inovação na indústria bélica brasileira.

E por último, são observadas as peculiaridades da inovação na indústria bélica aplicadas em diversos países do mundo que empregam esforços destinados a promover o desenvolvimento de tecnologias bélicas.

2.1 TEORIA EVOLUCIONISTA

A principal característica da Teoria Evolucionista é o fato dela endogeneizar, a ciência e a técnica como variáveis econômicas integrantes do processo de inovação. Esse avanço tornou ambas as variáveis determinantes para a ocorrência do processo de inovação. Em outras palavras significa dizer que não se pode dissociar a ciência e a técnica no processo de inovação segundo a Teoria Evolucionista.

Na obra *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica* de Nelson e Winter (1982), os autores definem a vida econômica como constituída por agentes econômicos limitados mesmo que sejam racionais, então considerando a realidade econômica na qual esses agentes estão inseridos, somente aqueles que possuem regras de decisão irão se desenvolver. Considerando que fatores institucionais influenciam o desenvolvimento desses agentes, dando atenção especial ao progresso técnico. Observando esse aspecto, esses agentes

não são “máquinas otimizadoras”, mas possuem regras de decisão que são desenvolvidas, aperfeiçoadas ou abandonadas. Elas então constroem estratégias.

O centro dessa teoria está baseado na aprendizagem e rotinas. A “rotina” é o termo padrão para todos os comportamentos regulares e previsíveis desses agentes, são as regras de decisões empregadas pelos agentes, sendo conceitualmente próximas das “técnicas de produção”, caracterizando atitudes da que vão desde rotinas técnicas específicas (contratações e demissões; aumentos de produção e estoques) até políticas de investimento, P&D e diversificação da produção.

Essas definições assumem a mesma função de genes da teoria evolucionária biológica. Elas dão as características do organismo, determinam o comportamento que também é influenciado pelo meio ambiente e são hereditários onde os organismos de amanhã terão as mesmas características dos de hoje, porém esses novos organismos (empresas) poderão selecionar esses genes (rotinas) permitindo que se saia melhor que seus antecessores, fazendo sua importância dentro dessa população (indústria) aumentar (METCALFE & SAVIOTTI, 1991).

Há um grande conjunto de comportamentos que não constituem rotinas. Grande parte das decisões empresariais é de pequena importância e não se constituem “rotinas”. Muito do que é previsível e regular do comportamento empresarial está sob o título de “rotina”, entendendo que esse termo inclui em si os humores e estratégias relativamente constantes que moldam a forma de como a firma aborda os problemas não-rotineiros que enfrenta. O fato de em todo comportamento empresarial seguir um padrão regular e previsível é acomodado na teoria com o reconhecimento de que existem elementos estocásticos na determinação das decisões como nos resultados delas. Isso fica evidente no sentido de “fazer” e “escolher”, entre o que está envolvido na operação de uma determinada técnica e o que está envolvido na decisão de qual técnica utilizar.

Definindo um processo de aprendizagem baseado na experimentação e repetição ao longo do tempo, encontrando maneiras melhores e mais rápidas de se executar as mesmas tarefas, frequentemente experimentando novos métodos de se executar tais tarefas. Onde a aprendizagem é conceituada em quatro características chave.

A primeira apresenta a aprendizagem como sendo acumulativa. Tudo o que é aprendido em períodos passados, com o decorrer do tempo através da repetição e experimentação unidas enriquecem o conhecimento técnico e a experiência dos agentes. Existe o pressuposto de que os projetos desenvolvidos hoje, não influenciarão os projetos de amanhã, exceto pelo fato de impor um padrão mais elevado a ser alcançado no sucesso dos

projetos do amanhã. Uma explicação é que o resultado dos sucessos obtidos hoje não é simplesmente uma nova tecnologia, mas um resultado novo obtido a partir de antigos padrões, de conhecimentos velhos obtidos em períodos anteriores, servindo como um “aumento de conhecimento que servirá de base para novos blocos de construtores a serem utilizados amanhã” (NELSON & WINTER, 1982).

Em segundo, essa aprendizagem gera um volume de competências dominadas em níveis mais organizacionais do que simplesmente individual. Os resultados obtidos hoje, amanhã se tornam o ponto de partida, e assim como os produtos também os processos de produção evoluem. O conceito de “curvas de aprendizado” evidencia esse aspecto afirmando que três mecanismos diferentes sofrem a confluência desse conceito, os operários realizam de uma forma melhor suas atividades, os administradores realizam a gestão com maior eficiência e os engenheiros recriam o produto eliminando tarefas, reduzindo o trabalho onde possível resultando numa forma mais econômica de produzir esse mesmo bem, onde todos estão envolvidos.

Em terceiro, esse conhecimento adquirido pela aprendizagem é inserido diretamente na realidade das rotinas organizacionais, gerando modelos que se constituem soluções particulares aos problemas. Em algumas empresas onde o progresso tecnológico é fator fundamental para a sobrevivência da empresa, essa característica é automaticamente inserida na realidade da empresa. E quando esse conhecimento é aplicado à realidade da empresa ele se torna um fator diferencial frente às demais empresas dessa indústria, gerando vantagens para a empresa detentora e um novo ponto de partida a ser superado por ela e por suas concorrentes.

E por último, existe uma distinção entre as rotinas, existindo estáticas e dinâmicas. Segundo esse conceito as rotinas estáticas nada mais são do que a mera repetição de práticas anteriores, de diferente modo as rotinas dinâmicas são regidas por novas experiências conquistadas através da aprendizagem. Tais rotinas estáticas já estão cristalizadas dentro da realidade da empresa e conforme foi apresentando estão mais relacionadas com a esfera de decisão do “fazer”, enquanto que as rotinas dinâmicas embora após a sua absorção pela empresa se tornem também uma rotina estática, estará, no entanto sempre ligada a rotinas dinâmicas por ser ela o novo ponto de partida para uma nova rotina que está sendo buscada, a exemplo disso pode ser citado os esforços de P&D empreendidos pela empresa.

A Economia da Inovação é composta através de elementos que permitem estruturar análises econômicas desse processo, sobre os quais as empresas evolucionistas baseiam suas estratégias limitadas por suas decisões anteriores. Esses elementos são listados abaixo.

A incerteza que marca o processo de inovação técnica, pois há falta de informações sobre esse processo ou aderência desse novo produto, pois ele não possui precedentes que permitam comparação, com isso não se possui soluções para os novos problemas técnico-econômicos que acabaram surgindo. Segundo a Teoria Evolucionista uma saída desse impasse de incerteza, é o tomador de decisão partir em busca da realização de um estudo da demanda desse produto, para que o desenvolvimento dessa tecnologia se torne utilizável na prática diminuindo os impactos. Uma segunda saída é considerar primeiramente os projetos que trarão os maiores retornos, baseados na premissa de que haverá demanda para tal, e em segundo considerar a estrutura de custos para concluir se esse projeto tem as mínimas condições de viabilidade garantidas para ser levado a cabo.

A inovação provém hoje em sua maior parte de descobertas científicas, o incentivo a pesquisa científica e a formação de um corpo crítico de cientistas capacitados é o centro da inovação, pois é através do conhecimento e capacitação que as inovações ocorrerão. As atividades de pesquisa integradas a estrutura das empresas, o dispêndio em P&D pelas próprias empresas é fundamental para que haja incentivo na busca por novas soluções que irão aprimorar técnicas, processos, sistemas e produtos. A empresa modelo da teoria evolucionária seria aquela que pode ser pensada como possuidora de departamentos de análise de mercados, oficinas de pesquisa operacional e laboratórios de P&D. Todas essas estruturas servem para fazer com que a empresa possa refletir sobre o que a firma está fazendo e por que, com vistas a uma revisão ou mesmo uma mudança radical (METCALFE & SAVIOTTI, 1991).

A complementaridade que existe entre pesquisa e aprendizagem, uma pesquisa parte de pressupostos iniciais que devem ser superados, a absorção de conhecimentos através da experimentação faz parte da natureza da pesquisa. Na Teoria Evolucionista, como já dito o conhecimento disponível pelas empresas é limitado, levando a diferenças de trajetórias dessas empresas que resultam na trajetória tecnológica dela ao longo do tempo. Essas assimetrias permitirão um constante estado de busca pelo aperfeiçoamento, seja ele interno ou para superar seus concorrentes. Em casos onde o progresso técnico é promovido internamente através do aprendizado do tipo *learning by doing*, isso irá gerar uma superioridade tecnológica para essa empresa detentora que caracteriza a aprendizagem por meio da pesquisa como um processo irreversível, pois após ser feito um avanço, jamais a empresa tornará ao antigo nível anterior a ele (METCALFE & SAVIOTTI, 1991).

O progresso técnico em sua essência é acumulativo, não existindo mudança técnica, mas sim alterações nos padrões das tecnologias em uso, pois o avanço técnico obtido será

explicado primeiramente pelo nível tecnológico que já existe. Onde capacidade de empreender esforços em vários sentidos para se obter mudanças técnicas, desenvolvimento de novos processos e conhecimentos técnicos é diferente para diferentes setores. As firmas empregarão as rotinas estabelecidas e as regras de decisão enquanto suas metas estiverem sendo superadas e mudarão para novas rotinas e regras de decisão, quando deixarem de ser. As novas rotinas e regras de decisão que poderão surgir dependerão da busca da firma, isto é, de sua capacidade de aprender. As rotinas e regras de decisão servirão para ordenar as informações e como meios disponíveis para armazenamento do conhecimento. Isso significa em termos evolucionistas, a sobrevivência da firma em face de mudanças depende de sua habilidade de aprender e mudar as suas regras de decisão (METCALFE & SAVIOTTI, 1991).

Essa teoria define o processo de inovação através de etapas que possuem efeitos crescentes de escala. Em frente a situações de incertezas as indústrias são forçadas a tomar decisões, tais decisões levam a empresa a buscar saídas e soluções inovadoras. Seguido dessa etapa as indústrias buscam laços com outras empresas em busca de conhecimentos que possam enriquecer a suas abordagens gerando uma troca de aptidões difundindo as tecnologias desenvolvidas. E por fim, os novos padrões tecnológicos obtidos com esses avanços são difundidos para todos os ramos da indústria.

Antes e durante a Segunda Guerra Mundial havia uma estrutura industrial bélica no Brasil, que hoje atende na estrutura formada pela Imbel uma orientação para a produção de armamentos leves e o atendimento das necessidades logísticas das forças armadas brasileiras. No esforço de guerra promovido chegaram a ser montados no Brasil aviões de treinamento e promovida a reforma de navios das marinhas aliadas, principalmente dos Estados Unidos no arsenal do Rio de Janeiro. Nesse período tomado como exemplo, com o estabelecimento dessas atividades aliada ao esforço empreendido pelo governo brasileiro na criação de instituições de pesquisa, fica evidente um processo de aprendizagem e configuração de rotinas de tomadas de decisão através dos progressos técnicos observados na época (NAZARÉ, 2007).

Essas características embrionárias, aplicando a analogia da teoria evolucionária biológica na economia possibilitaram anos mais tarde o surgimento de indústrias, que fazendo uso dessa experiência anterior com toda a bagagem de conhecimentos acumulada ao longo desse período. O exemplo que pode ser citado a Embraer que surgiu primeiramente dentro do CTA para anos mais tarde ser uma das principais empresas do ramo aeronáutico a nível mundial (LANGE, 2007).

Após o período de beligerância mundial, os militares brasileiros se deram conta das vantagens qualitativas que a guerra moderna poderia trazer para aqueles que dominassem as mais avançadas tecnologias. Porém como o domínio dessas tecnologias demandaria tempo, e por conta dos fatores conjunturais expostos anteriormente não seria possível adquirir tais tecnologias no mercado internacional. A escolha foi feita em prol de esforços internos diante da urgente necessidade que a força terrestre tinha de atualizar seus equipamentos, especificamente seus carros de combate.

Tomada a decisão, os trabalhos se concentraram na busca para desenvolver internamente a solução para as necessidades definidas. A engenharia reversa foi a “chave” para desvendar todo o processo de repontecialização de blindados do exército. Esse período de experimentação, partindo para o melhoramento e para a cópia proporcionou um acúmulo de conhecimentos primordiais ao longo do tempo, que resultaram em uma massa crítica de conhecimentos e um grande volume de habilidades que possibilitaram não só atingir as metas pré-estabelecidas, mas superar em todos os aspectos, com a total modificação dos carros de combate.

Nos anos posteriores com a conversão da Engesa em uma das principais empresas bélicas brasileiras, todos os conhecimentos adquiridos em períodos anteriores na formação das rotinas de repotencialização de blindados se tornaram uma rotina dinâmica dentro da empresa que aliou as suas rotinas já presentes aos conhecimentos adquiridos gerando competências organizacionais que proporcionaram o desenvolvimento dos blindados nacionais, solucionando o problema de dotação das forças do exército com o equipamento que necessitavam, mas também proporcionando avanços tecnológicos com o desenvolvimento de equipamentos mais avançados, com um peso de P&D militar maior, inovando em aspectos que até anteriormente eram réplicas dos anteriores. Com isso percebendo os quatro itens chave da Teoria Evolucionista (FONSECA, 1997).

Diante do elemento da incerteza, o exemplo mais evidente ocorrido na indústria bélica brasileira ocorreu mediante a necessidade do Iraque em guerra contra o Irã na época necessitava de um artefato de artilharia de saturação de área, com algumas configurações específicas. Nada existia de similar na indústria nacional, nem experiência no desenvolvimento dessa espécie de sistemas de armas. Mas através da existência prévia de uma demanda, foi desenvolvido um dos produtos de maior sucesso de exportações da indústria bélica brasileira, o ASTROS II (CRUZ, 2006).

Observando o argumento teórico que a inovação provém de um corpo crítico de cientistas envolvidos na pesquisa científica para a geração de novos avanços, observamos que

as descobertas científicas de maior destaque ficam a cargo da marinha brasileira. A associação com a USP desde o período da Segunda Guerra para o desenvolvimento de sonares e décadas mais tarde no desenvolvimento do submarino nuclear demonstra o peso significativo que a formação de um corpo de cientista e de esforços em P&D é fundamental para produzir avanços extraordinários.

E por último explicitando a complementaridade entre pesquisa e aprendizagem, através de processos de *learning by doing*, é tomado como exemplo o caso do desenvolvimento da família de blindados sobre rodas do exército brasileiro. Como já apontado anteriormente, os esforços empreendidos com o aprendizado por meio da engenharia reversa permitiram a geração de uma superioridade tecnológica no desenvolvimento blindados. Esse progresso técnico acumulado alterou os padrões tecnológicos gerando inovações e estabelecimento da Engesa como uma das principais empresas difusoras dessa tecnologia.

Ao longo da história verificamos que todo o processo de inovação na indústria bélica brasileira ocorreu em etapas, de acordo com o ritmo de absorção de novos conhecimentos, gerando resultados econômicos de grande expressividade para a indústria bélica brasileira. Novas aptidões foram desenvolvidas, inovações foram desenvolvidas e novos patamares tecnológicos foram alcançados.

2.2 A INOVAÇÃO E A INDÚSTRIA BÉLICA

Na indústria bélica, o fator tecnológico determinante para que haja um ritmo mais ou menos acelerado de desenvolvimento e avanços técnicos. Certamente mais do que em qualquer outra indústria a inovação, tanto em materiais como em sistemas para a concepção de novos equipamentos, é vital para que a viabilidade e competitividade dessa indústria se perpetuem ao longo do tempo.

E possibilitar que um ritmo constante de mudanças ocorra, mantendo a competitividade através da vantagem tecnológica, tem se tornado um imperativo para as nações que possuem nessa indústria um setor dinâmico em suas economias, fomentando as condições mínimas para proporcionar o ambiente favorável à manutenção dessa competitividade.

Como foi esboçado anteriormente, veremos como a inovação na indústria bélica ocorre sob o universo brasileiro e mundial, de maneira comparativa entre ambos. Sendo apresentada primeiramente a realidade brasileira e posteriormente a mundial.

2.2.1 A Inovação e a Indústria Bélica no Brasil

2.2.1.1 Intervenção Governamental

Dentro da realidade brasileira o esforço governamental em P&D militar enfrenta um dilema de desenvolver nacionalmente os equipamentos e armamentos ou comprar no mercado internacional, estando sujeito às cláusulas de transferência de tecnologia dos países vendedores. Mesmo como todo o horror proporcionado pela Segunda Guerra foi nesse período que os principais avanços na dotação de mão de obra (técnicos, cientistas, engenheiros...) ocorreram no imediato pós-guerra, devido a ser explicitada a enorme desvantagem tecnológica brasileira (ANDRADE DA SILVA, 2008).

Porém o governo e a sociedade brasileira vêm promovendo debates desde 2003, no sentido de viabilizar uma revitalização da indústria bélica nacional. Resultando no ano de 2005 com a “Política Nacional da Indústria e Defesa” de Julho de 2005, a criação do Centro de Certificação, de Metrologia, de Normalização e de Fomento Industrial em Fevereiro de 2005, a Portaria nº 611/MD, de 12 de maio de 2005, que cria a Comissão Militar da Indústria e Defesa (DAGNINO E CAMPOS FILHO, 2007).

Demonstrando um esforço em repensar a situação de indústria de defesa no Brasil, reconsiderando a sua importância estratégica para o país e dando claros indícios de que a crise que se iniciou no final dos anos oitenta e se arrastou pela década de noventa está apresentando sinais de que já é um fato superado.

É importante destacar que tais ações, diferente do que ocorreu na década de setenta, não conduziram até o momento em resultados positivos para a indústria bélica brasileira. O que se verifica é a aquisição de novos equipamentos como aviões e carros de combate. Neste sentido a possibilidade de haver *Spin off* nos dias de hoje se reduz por falta de ações mais específicas dentro de um Sistema Nacional de Inovação.

2.2.1.2 Racionalização dos Investimentos

Após a crise no final da década de oitenta, o orçamento para a defesa no Brasil seguiu tendência decrescente, afetando diretamente os programas de P&D militar. Sendo que a estratégia adotada foi de sobrevivência, onde os poucos recursos tinham que ser empregados na manutenção de equipamentos obsoletos ou aquisição de algum material de segunda mão e ainda promover o andamento das pesquisas que em sua maioria já estavam em andamento a mais de uma década. As políticas de C&T, nesse período devido à doutrina políticas que

vigoraram nos governos a partir da década de noventa do governo vigente, relegaram ao quase esquecimento dos programas de P&D militar (LANGE, 2007).

A indústria bélica tende a funcionar de maneira deficitária, para haver a garantia de uma produção mínima rentável se faz necessário que existe um nível razoável de demanda interna coerente com essa escala. Passando um passo adiante, depois de concedida essa condição anterior, o objetivo se volta para a exportação para fins de amortização do investimento feito e recuperação de possíveis prejuízos acumulados (DAGNINO E CAMPOS FILHO, 2007).

2.2.1.3 A Ocorrência de *Spin off*

Mesmo com a estabilização dos programas de P&D militar, após a década de oitenta a ocorrência do *Spin off* ainda é verificada. Pois a condicionante chave é a condução de pesquisas de P&D militar para que em algum momento do processo de pesquisa haja transbordamentos para o setor civil, com o emprego dessa tecnologia ou parte dela no desenvolvimento de novos produtos ou novos processos de utilidade não apenas militar, isso foi verificado ao longo dos anos noventa e início dos anos 2000, porém em um ritmo e visibilidade inferior ao da década de oitenta.

O *Spin off* foi verificado após o período áureo da indústria bélica brasileira no processo continuado dos grandes projetos iniciados durante essa época e que ainda estavam em processo de desenvolvimento ou maturação quando a conjuntura econômica, política e internacional se tornou desfavorável a continuidade em ritmo acelerado do mesmos (LANGE, 2007).

Esses projetos eram o submarino nuclear, que com o desenvolvimento de sua planta nuclear de pequenas dimensões possibilitaria a instalação posterior em diversas localidades do país para a geração de energia elétrica, que ainda está em fase de desenvolvimento. O Programa do Veículo Lançador de Satélites que nos seus primórdios tinha por objetivo dotar as forças brasileiras com a tecnologia de Mísseis Balísticos de médio alcance. E o programa AMX da Embraer que dotou essa empresa de capacidades vitais para se lançar ao desenvolvimento de uma família de jatos comerciais regionais tornando hoje a empresa uma referência nesse segmento de mercado (CRUZ, 2006).

2.2.1.4 Cooperação na Indústria Bélica

Durante a segunda e terceira fase da indústria bélica brasileira foi verificada a mobilização militar promovida pelo GPMI, conforme já visto nesse artigo. Porém não existe

hoje assim como houve na década de oitenta um movimento de mobilização militar desencadeado pelo Estado. Como visto anteriormente foi alcançada uma grande articulação das empresas com o setor bélico brasileiro no período, podendo citar a conversão da Engesa de uma fábrica voltada para produção civil, para dedicar exclusivamente à indústria bélica brasileira (DAGNINO E CAMPOS FILHO, 2007).

Porém a mobilização das indústrias numa situação de crise enfrentada pelo país será **fundamental** para o sucesso dele diante dela. Para isso não somente será necessário haver uma **forte** articulação entre as indústrias e o governo nesse momento, mas sim uma estrutura de **indústrias** bélicas permanentes, mas adotando o objetivo de busca do lucro e da viabilidade das suas operações para manutenção de sua eficiência e disponibilidade quando necessário (RACY & SILBERFELD, 2006).

2.2.2 A Inovação e a Indústria Bélica no Mundo

2.2.2.1 Intervenção Governamental

A intervenção, na realidade é o esforço que o governo deverá empreender financiando a P&D militar, priorizando o fator tecnológico através de uma mobilização de recursos financeiros necessários para alcançar essa meta. A capacitação técnica de mão de obra (técnicos, cientistas, engenheiros...) juntamente com os investimentos são a parcela mais importante para o avanço desse processo de inovação.

Porém a capacidade para realizar as inversões financeiras necessárias para atender a maioria das necessidades bélicas de um país se restringe a um grupo seletivo de apenas seis países que possuem as condições de realizar tais inversões (EUA, Rússia, França, Reino Unido, Israel, China e Alemanha). A grande maioria dos países na década de 1980 e 90, não possuía condições de realizar esses investimentos, e aqueles que a faziam reduziram os valores investidos devido a conjuntura de sucessivas crises vividas nesse período, inclusive os citados acima (DUSSAUGE & CORNU, 1998).

2.2.2.2 Racionalização dos Investimentos

Uma saída adotada para a P&D militar foi definida como “seletiva” pelo governo francês. Onde as áreas mais promissoras ou que poderiam gerar oportunidades para novas pesquisas eram priorizadas em detrimento de outras. A opção “abrangente” é o contraponto da solução apresentada acima, porém ela envolve uma quantidade de recursos muito superior que

anterior, sendo viável apenas para um país como os EUA. A especialização em um pequeno conjunto de áreas é alcançada através dessa seletividade.

Para a maioria dos países, não existe uma situação de tensão com a possibilidade de ocorrência imediata de um conflito. Essa situação de ausência de tensões permite redução dos gastos com produção em massa e aquisição armas e equipamentos, sendo benéfica para a P&D militar desse país, pois poderá aplicar esses recursos na manutenção da vantagem tecnológica em suas áreas mais competitivas na correção de gargalos tecnológicos nos setores **menos** desenvolvidos. Permitindo preservar e aumentar o potencial tecnológico da sua indústria.

Esse conceito de “desenvolver e esperar” foi adotado pelos países europeus com o fim da Guerra Fria, quando as tensões de um possível conflito em larga escala na Europa deixou de existir. Esse contexto geopolítico mais estável dispensou a necessidade da aquisição de **enormes** volumes de equipamentos para as forças armadas, possibilitando a redução com uma recondução dos recursos, do gasto militar para o investimento em P&D militar.

A P&D militar nesse contexto apresentado se organiza abrangendo desde a pesquisa básica até momentos antes do início da produção em escala industrial. A decisão de lançar um programa de P&D militar é um evento histórico sobre a indústria e as finanças do país, pois é uma preparação para o futuro que está sendo esboçada naquele momento.

Dentro da P&D militar, os custos com a pesquisa “estudos preliminares” que chegam a cerca de um quarto do investimento, considerados custos indiretos e independentes do lançamento ou não do produto. Os custos com o desenvolvimento chegam a representar três quartos dos investimentos, são eles os custos diretos e fixos que serão amortizados quando o equipamento em desenvolvimento começar a ser produzidos em grandes quantidades, por meio de períodos de tempo mais longos.

Em sistemas de armas que são comercializáveis com o exterior as próprias empresas são incentivadas a custear parte da P&D militar, pois poderão obter retornos financeiros substanciais com a venda dessas novas tecnologias, desonerando a carga de investimentos do governo. Esse incentivo, obedecendo à lógica do mercado impacta positivamente essas empresas promovendo um ciclo de constante busca pelo aprimoramento dessa tecnologia e desenvolvimento de outras.

O principal desafio dos países hoje é determinado pela rapidez dessas evoluções tecnológicas na indústria bélica, mas fatores como o montante de investimentos necessários, o potencial tecnológico da indústria e a duração do período de desenvolvimento de um

equipamento ditam o ritmo dessas evoluções, que impactam diretamente sobre a defesa nacional do país. (DUSSAUGE & CORNU, 1998).

2.2.2.3 A Ocorrência de *Spin off*

Esses enormes custos em P&D militar são explicados pela extensão e complexidade que o desenvolvimento de um sistema de armas moderno requer através de grandes volumes de materiais e de materiais especificamente desenvolvidos para ela, e de recurso humanos capacitados e experientes, que se prolonga por vários períodos de tempo, abrindo grandes brechas de tempo entre um programa de desenvolvimento e outro no futuro.

As realizações de um programa de P&D militar com seus objetivos bem definidos geram implicações que vão muito além dos objetivos principais, as características como a forma de organização, metas mais definidas, uma inversão maior de investimentos e exigências mais rigorosas com prazos, desempenho e qualidade bem como a ausência da necessidade de realizar tudo em curto prazo. O *Spin off* ocorre para a indústria civil na esteira dessas características da P&D militar, inovando em produtos e processos se aproveitando das capacitações desenvolvidas pela P&D militar adaptadas à realidade da indústria civil.

Existe, porém um contraponto a essa visão, argumentando que a P&D militar é um desperdício de recursos que seriam mais bem aproveitados em áreas civis, baseando esse argumento na experiência de países como EUA, Reino Unido, França que tem um esforço em P&D militar significativo em suas economias, mas que apresentam desgaste em sua competitividade internacional e ao contrário Japão, Alemanha e Israel que devido a questões históricas dedica recursos menores a P&D militar, mas apresentando um desenvolvimento econômico e dinamicidade de suas indústrias superior, sendo o caso de Israel extremamente peculiar e recheado de particularidades.

Não é o escopo desse artigo discorrer sobre o desempenho econômico dos países, nem de seu processo de desenvolvimento econômico ou as razões dele, mas apresentar o argumento que defende a reversão dos investimentos em P&D militar para setores civis. (DUSSAUGE & CORNU, 1998).

2.2.2.4 Cooperação na Indústria Bélica

A cooperação permite que os custos da P&D militar sejam compartilhados, que economias de escala ocorram, expansão de mercados e efeitos de aprendizagem entre os participantes do programa, aumento a eficiência global do programa. Porém isso afetará toda a cadeia de relações entre as indústrias envolvidas, alterando as relações e a dinâmica

competitiva entre elas, que irão muito além dos projetos específicos desenvolvidos dentro do programa de P&D militar.

A ocorrência da cooperação ocorre em duas situações, a primeira quando o próprio governo impõe a cooperação para o desenvolvimento de um projeto específico, sendo ele o principal financiador; a segunda ocorre quando a iniciativa parte das próprias indústrias, que virão a assumir todos os riscos do negócio, sendo elas as principais financiadoras, pois de outra maneira devido aos enormes custos envolvidos sozinhas não seriam capazes de levar adiante um programa de P&D militar.

Porém a cooperação não é isenta de conflitos, pois em muitos casos as empresas são concorrentes diretos em algum produto, ou possuem tecnologias próprias que não desejam compartilhar, mas que tentam impor umas as outras dentro do programa, bem como o direto conflito de interesses de cada uma das empresas dentro do projeto, onde cada uma persegue o que julga melhor para si dentro do programa além de realizar o objetivo principal dele.

É vital para o sucesso do programa a articulação das melhores tecnologias dos participantes, beneficiando todo o projeto em desenvolvimento. Ao fim essa cooperação poderá ter gerado uma cadeia de alianças entre os participantes ou permanecer limitado àquele projeto específico. A concretização dessas alianças tem efeitos econômicos semelhantes a processos de concentração que gera uma dotação maior de recursos, habilidades e competitividade dentro do mercado.

Porém a cooperação pode levar a uma especialização das empresas em determinadas atividades, o que não é visto com bons olhos por elas, pois gera uma dependência e perda de competitividade nas áreas que os seus parceiros são responsáveis. Para preservar essas habilidades uma possibilidade é a consolidação de alianças com empresas em projetos diferentes, mas comprometendo a sua eficiência dentro da articulação.

Existem quatro formas de cooperação na indústria bélica para fomentar a inovação: "Acordos de P&D", onde as empresas se limitam às tarefas de P&D colaborando no desenvolvimento de tecnologias, mas permanecem como concorrentes no mercado com produtos próprios. "Programas Sem Estrutura" e "Projetos Semi-Estruturados", as empresas deixam de competir em um determinado produto, mas permanecem rivais em outros produtos. E por fim através de "Joint Ventures", as empresas se tornam aliadas e eliminam qualquer concorrência entre elas em um campo de atuação.

Se por um lado existe a cooperação, sendo ditado pelo maior ou menor nível de competição entre as empresas com seus efeitos sobre o tamanho e economias de escala permitindo a ocorrência de uma concentração apresentada em graus diferentes através das

quatro formas de cooperação que variam de uma situação de concorrência até a concentração industrial, existe também o pressuposto da reestruturação.

A reestruturação ocorre de forma horizontal e parte do princípio de fusões e aquisições dentro das indústrias militares se beneficiando do aumento da eficiência, também economias de escala e da competitividade. Em alguns casos podendo gerar poderosos conglomerados de indústrias militares que terão a capacidade de estender braços de P&D militar em diversas direções, abrangendo uma gama muito maior de aplicações. (DUSSAUGE & CORNU, 1998).

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso analisado é hoje no Brasil uma das fronteiras tecnológicas mais frutíferas dos últimos anos, diversos estudos e pesquisas estão sendo conduzidos no sentido de estabelecer padrões de operação, doutrinas e empregos também projetos de equipamentos para as mais variadas finalidades. Na era da informação em tempo real o campo para desenvolvimento e avanço para essa tecnologia são quase ilimitados nos próximos anos.

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), em inglês Unmanned Aerial Vehicles (UAV), estão inaugurando uma nova era e uma nova corrida tecnológica onde nenhuma nação quer estar desprovida deles seja qual for à finalidade do seu emprego. Tal equipamento basicamente está configurado em uma aeronave de pequenas dimensões, grande autonomia, possibilidade de permanência em vôo por períodos superiores à 24hrs, e a característica chave é não necessitar de um piloto embarcado sendo possível controlar remotamente em uma base em terra ou através de um piloto automático pré-programado.

A doutrina de emprego básica atualmente é expressa por 3D, da sigla em inglês para *Dangerous-Dirty-Dull*, em português Perigoso-Sujo-Enfadonho. (GIMENES, 2008). Perigoso quase sempre relacionado ao emprego militar, em situações de grande risco onde há grandes chances da aeronave ser derrubada, havendo um piloto nela o mesmo pode morrer ou ser capturado pelo inimigo. Sujo está relacionado ao monitoramento de desastres como vazamento de elementos tóxicos ou radioativos em uma região, onde a exposição a eles seria fatal para o um ser humano. E enfadonha está ligada a grandes períodos de monitoração, a exemplo está à monitoração de extensas fronteiras que o Brasil possui ou do monitoramento da Amazônia contra o desmatamento e queimadas.

Como será visto em seguida, será feito um resgate histórico do desenvolvimento dos VANT's desde os seus mais remotos tempos até a inserção na conjuntura atual. Em seguida

serão apresentadas as suas aplicações militares e civis bem como as pesquisas que estão sendo conduzidas no Brasil para o desenvolvimento de VANT's com as mais diversas finalidades. E por ultimo será analisado a luz da história e da teoria apresentados anteriormente se o *Spin off* de fato ocorre atualmente no Brasil embasado nesse estudo de caso.

3.1 HISTÓRICO

A história desse equipamento remonta períodos tão remotos quanto a própria pesquisa que resultou na invenção do avião no início do século passado por Santos Dumont. Registros históricos afirmam que foi Bartolomeu Lourenço de Gusmão que desenvolveu o primeiro VANT no século XVIII. Porém é registrado o emprego militar desses equipamentos somente no século XIX, quando forças austríacas enviaram bombas temporizadas presas em balões para explodir sobre a cidade de Veneza. Desde eras remotas fica evidente a importância estratégica e militar desses equipamentos (ALVES NETO, 2008).

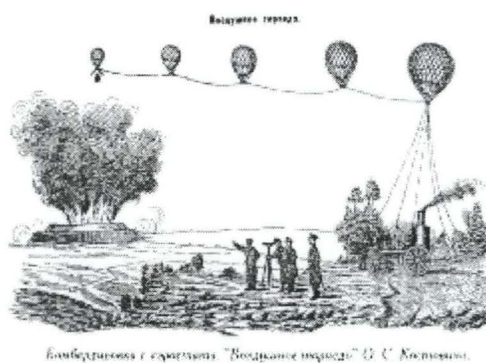


Figura 1: Balões utilizados pela Rússia em 1880 (Fonte: FiTEC, 2005)

Porém o primeiro VANT mais pesado que o ar, atribuído à invenção do *Sperry's Aerial Torpedo*, Lawrence e Elmer Sperry seus inventores, sendo testado por durante o período da Primeira Guerra Mundial. Logo após o final do conflito as pesquisas voltadas a essa tecnologia foi deixado de lado parcialmente, sendo realizados apenas pequenos avanços para se construir alvos móveis aéreos com a finalidade de treinamento de tiro por forças navais e terrestres.

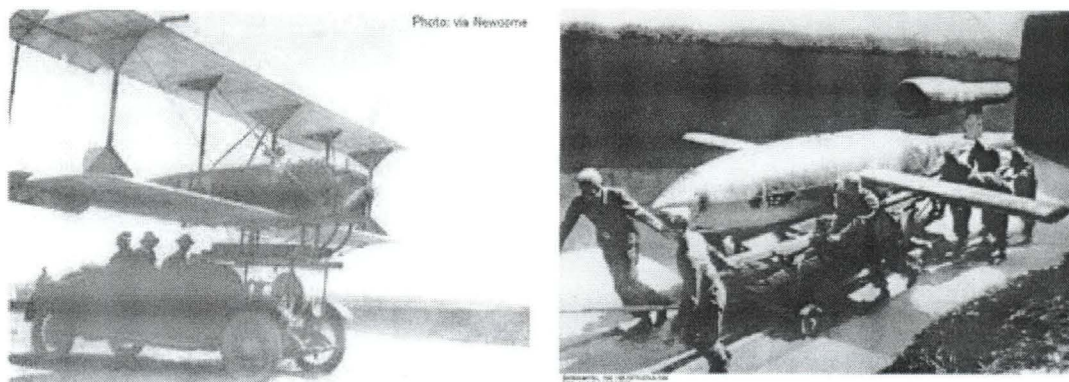


Figura 2: *Sperry's Aerial Torpedo* e *Vergeltungswaffe V-1* (Fonte: Internet)

Durante o período da Segunda Guerra mundial, caracterizado por muitos estudiosos como o período mais fértil da P&D militares de todos os tempos, também mostrou avanços no desenvolvimento do VANT. A Alemanha desenvolveu e empregou com fins especificamente militares o *Vergeltungswaffe* (a arma da vingança) ou somente V-1, empregando mais de oito mil delas contra alvos na Inglaterra após a invasão da Normandia em 1944.

Tal avanço tecnológico obrigou os aliados, em específico os Estado Unidos através da sua Marinha a desenvolver contramedidas para neutralizar a V-1. Foram então adaptados bombardeios pesados *B-24 Liberators* e *B-17 Flying Fortress* num programa secreto denominado "*Aphrodite*" para serem radio controlados de uma distância segura até as bases de lançamentos das bombas V-1, sendo lançados sobre elas com enorme carga de explosivos.

Durante as décadas seguintes, os Estados Unidos percebendo a importância estratégica desse vetor, empregou grandes esforços para dominar essa tecnologia. Porém com uma finalidade mais estratégica do que em emprego direto contra alvos em ações de espionagem e reconhecimento. Podem ser destacados dois projetos que foram empregados em apoio as forças americanas durante a Guerra do Vietnã, sendo eles o *Lockheed D-21* e *AQM-34 Ryan Firebee* (VALAVANIS, 2007).

Porém os avanços tecnológicos da época restringiam a capacidade de desenvolver VANT's devido ao seu alto custo operacional, suas grandes dimensões e a ineficiência em outras missões que não eram de apoio por meio de espionagem e reconhecimento. Na década de setenta grandes avanços tecnológicos, principalmente israelenses criaram um novo conceito de VANT's, com dimensões mais reduzidas, portanto custos operacionais menores e significativos ganhos de eficiência proporcionada por significativos avanços tecnológicos alcançados (VALAVANIS, 2007).

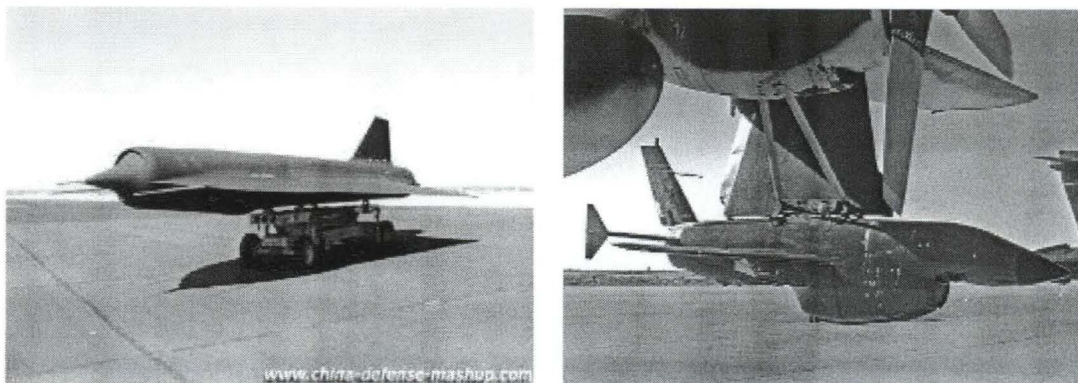


Figura 3: *Lockheed D-21 e AQM-34 Ryan Firebee* (fonte: Internet)

Na década de noventa vemos o amadurecimento desses projetos, o afinamentos das doutrinas de emprego e uso desses recursos para as mais variadas missões. Os desenvolvimentos dos VANT's começaram a ser levados a cabo por diversos países ao redor do mundo. Podem ser citados os casos de Israel reinventando desses aparelhos, Austrália que teve o primeiro VANT fazendo uma travessia transatlântica e os Estados Unidos liderando os avanços com seus aparelhos sendo mundialmente conhecidos pelo emprego na Guerra do Golfo (ALVES NETO, 2008).



Figura 4: *General Atomics RQ-1 Predator, US Army* (fonte: Internet)

3.2 PROJETOS E APLICAÇÕES

Atualmente no cenário mundial, pode ser tomada a afirmação do presidente do comitê das forças armadas dos Estados Unidos ao *"The Economist"* no ano dois mil, onde afirmava que até o fim da década cerca de um terço das aeronaves de ataque americanas deverão ser não-tripuladas, e John Wardem porta voz da força aérea americana afirmou que até o ano de 2025 um total de 90% delas deverão ser não-tripuladas (HUGO, 2005).

As autoridades brasileiras tomando consciência da importância de dominar essa tecnologia empregam esforços desde 2005 através do Projeto VANT, sob a coordenação do IAE (Instituto de Aeronáutica e Espaço) sendo desenvolvida em conjunto pelo CTA (Centro Tecnológico Aeroespacial, CTEEx (Centro Tecnológico do Exército, IPqM (Instituto de Pesquisas da Marinha) e pela Avibrás como parceira industrial, segundo informações fornecidas no site do IAE. Atualmente está em desenvolvimento o VANT denominado “Falcão” através dessa parceria (Avibrás).

Porém o Projeto VANT, não traz apenas conhecimentos recentemente adquiridos pelos agentes envolvidos no seu desenvolvimento atualmente. A partir de meados da década de oitenta surge o Projeto “Acauã”, que serviu como base para capacitação para um futuro desenvolvimento de um VANT para reconhecimento e para desenvolvimento de sistemas de controle e telemeria para alvos móveis (D’OLIVEIRA, 2006).

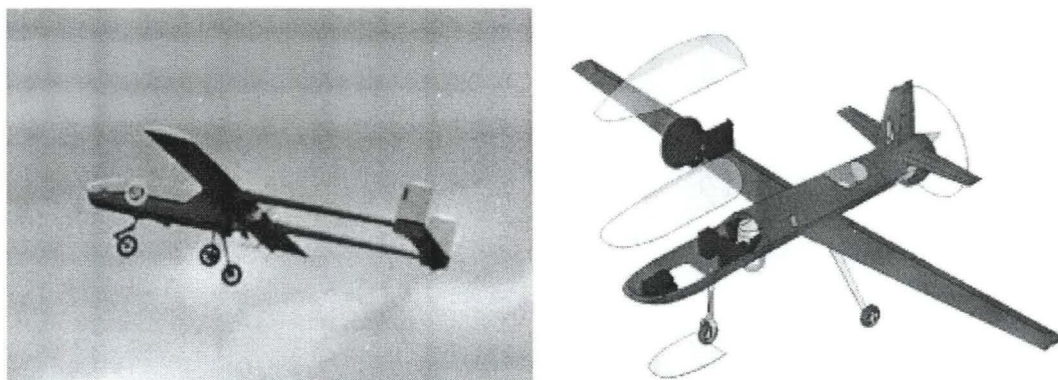


Figura 5: Acauã (fonte: d’Oliveira) e Falcão (fonte: Avibrás)

Atualmente as pesquisas e desenvolvimento de VANT’s ocorrem conduzidos por institutos de pesquisa e empresas ligadas a esses institutos, mas também ocorre através de empresas privadas que fornecem seus serviços de apoio técnico e de desenvolvimento para as forças armadas com o objetivo de desenvolver as tecnologias necessárias aos VANT’s bem como eles próprios.

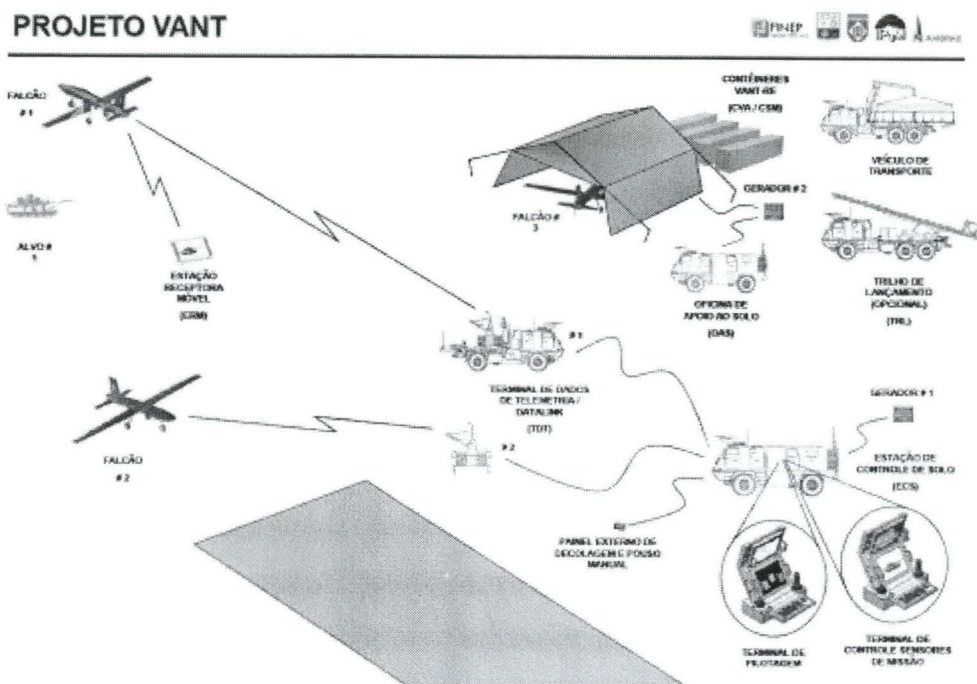


Figura 6: Projeto VANT (fonte: Avibrás)

Há o caso da AEL – Aeroeletrônica, na cidade de Porto Alegre, que firmou uma parceria com a FAB com o objetivo de desenvolver VANT's para essa força. A AEL em parceria com a Elbit, principal empresa desse segmento originária de Israel forneceu sem custo algum durante um ano aparelhos modelo “Hermes 450”, a parceria dessas empresas já rendeu uma proposta de transferência de tecnologia e a construção de um centro de excelência desse segmento no país. Essa mesma empresa, já vem participando de programas de fornecimento de aviônicos da FAB, como o programa FX-2, o cargueiro KC-130 da Embraer, e da modernização dos AMX e F-5 (Fonte: Valor Econômico 12/05/2010).

Em São José dos Campos, o Projeto VANT conduzido pela Avibrás desde 2005 desenvolve o “Falcão”, uma aeronave de emprego múltiplo em missões de reconhecimento, espionagem e monitoramento. Seus trabalhos se desenvolvem através de pesquisas feitas a partir de aparelhos do modelo “Scorpion” da década de noventa importados dos Estados Unidos, que visam capacitar e ajudar a compreender o complexo envolvido na concepção e emprego efetivo de um VANT. E conforme já citado das experiências adquiridas por meio do Projeto “Acauã”. Esse projeto visa no futuro capacitar tecnicamente o desenvolvimento no primeiro VANT de combate semelhante ao que já existe nos Estados Unidos e na concepção de um míssil de cruzeiro em uma sinergia com as experiências da Avibrás no segmento de mísseis. Há estimativas que após o término do projeto o “Falcão” poderá ser comercializado entre 15 e 20 milhões de reais (Fonte: Avibrás).

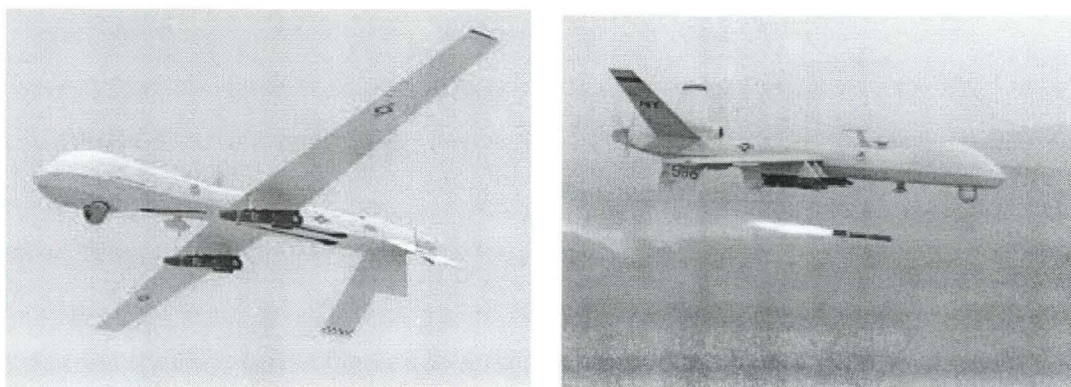


Figura 7: VANT's Norte Americanos engajados em combate (fonte: Internet)

Atualmente além da preocupação do Estado em dominar essa tecnologia que já se mostrou fundamental em diversos conflitos nos últimos vinte anos (Guerra do Golfo e Kosovo, década de noventa; Iraque e Afeganistão, anos dois mil), com os avanços tecnológicos e possibilidades criadas por esse novo paradigma pode ser contemplada inúmeras aplicações para os VANT's, não somente na área da defesa.

Há inúmeras aplicações civis possibilitadas pela P&D militar ao longo de décadas que resultou em novas concepções para o século XXI. Em São Paulo a XMobots desenvolveu o projeto denominado "*Apoena*", um pequeno VANT que irá possibilitar um monitoramento em alta definição das condições da Amazônia para medidas contra o desmatamento, com capacidade de operar em qualquer condição climática e autonomia de mais de mil quilômetros, além de poderem ser operados por piloto automático ou controle remoto. No Rio de Janeiro a Santos Lab desenvolveu o "*Carcará*", pequeno VANT para operar como espião e reconhecimento, principalmente em áreas urbanas por dispensar preparos para pouso e decolagem, podendo operar em qualquer teatro de operações (SILVA COSTA, 2009).

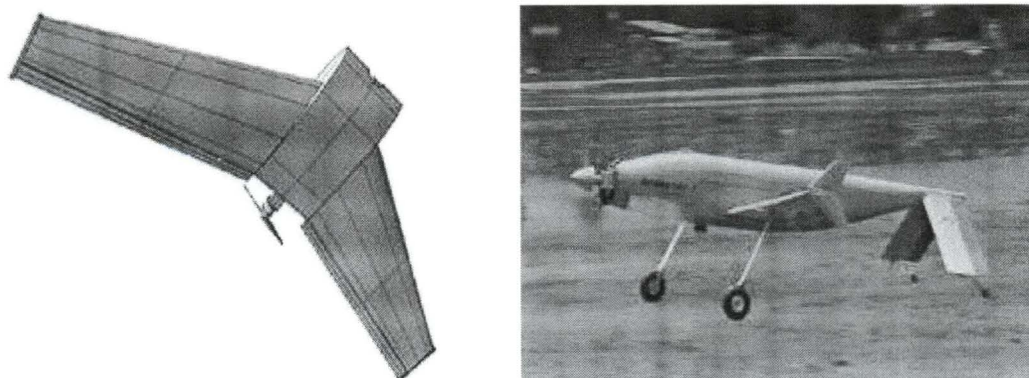


Figura 8: Carcará (fonte: Santos Lab) e Apoena (fonte: Internet)

Empresas como a Embrapa demandam os serviços de VANT's para localização de problemas no plantio, controle de doenças, pulverização adequada formando uma base de dados que maximize os resultados das colheitas. Órgãos como o Ibama na vigilância e controle queimadas e desmatamento de florestas, bem como manutenção das zonas de preservação e parques nacionais livres de invasores pelo monitoramento contínuo. Para empresas de energia como Copel, para monitoramento das suas extensas linhas de transmissão com o objetivo de prevenir a roubos de fiações e deterioração de instalações equipamentos. O mesmo se aplica a Petrobrás para monitorar seus oleodutos e gasodutos, protegendo de desvios, roubos e atentados também prevenindo situações de risco como vazamento através de medidas preventivas (GIMENES, 2008).

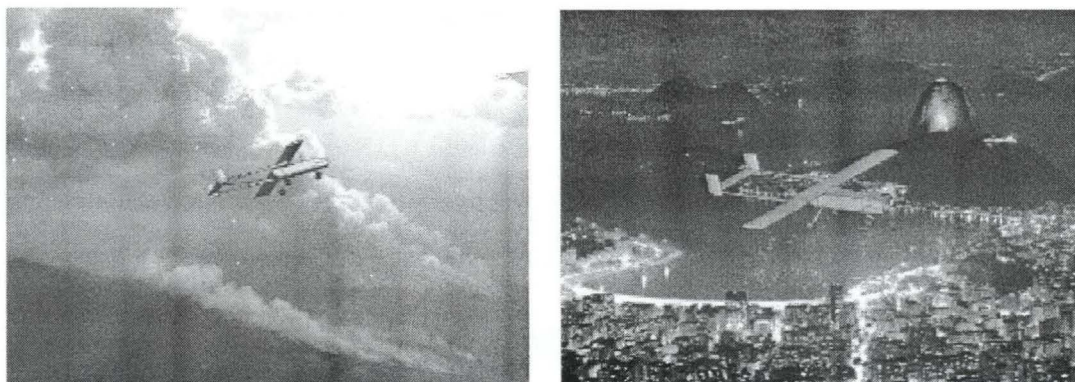


Figura 9: Monitoração de Queimadas e Segurança Urbana (Fonte: Avibrás)

Em diversos centros de pesquisas como a UFSM no RS, conduzem pesquisas para o emprego de VANT's com finalidade agrícola, no monitoramento e sensoriamento de atividades agrícolas, visando fornecer informações em tempo real sobre as lavouras, fornecendo dados para tomada de decisão que levarão a uma maximização da produção, bem como VANT's com aplicações meteorológicas e combate a pragas nas plantações (MEDEIROS, 2007)

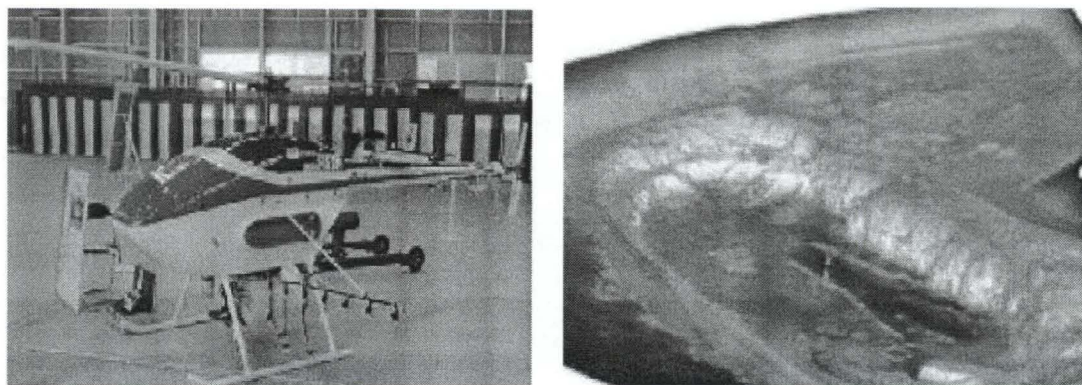


Figura 10: RPH-2 Pulverização (Correa & Camargo, 2008) e Topografia Laser (Ferreira da Silva, 2008)

Ampliando essa lista de aplicações dos VANT's pode ser incluso o monitoramento de fronteiras, como já ocorre no Paraná, onde a Polícia Federal é dotada com VANT's de fabricação israelense para monitoração da fronteira e combate ao contrabando e tráfico de drogas. O monitoramento de favelas, questão atual e controverso dado ao fato do poderio armado dos criminosos estarem cada vez mais forte, podendo evitar situações ocorridas como o abate de um helicóptero e a perda de três policiais no incidente, pois a ausência de uma tripulação em caso de abate as vidas humanas não são perdidas (GIMENES, 2008).

E ainda em fase de avanço e desenvolvimento a nível mundial da tecnologia de VANT's, novas frentes de pesquisas e novas fronteiras tecnológicas se abrem, são as possibilidades de no futuro poder ocorrer o transporte de cargas e passageiros observados todos parâmetros e medidas de segurança necessários (GIMENES, 2008). E o emprego da nanotecnologia levando a uma miniaturização cada vez mais intensa desses equipamentos (Fonte: Avibrás).

3.3 AVALIAÇÃO SOBRE A OCORRÊNCIA DO *SPIN OFF*

A título de conclusão apresentamos um comparativo entre o referencial histórico e teórico apresentado e o processo que se desencadeia no Brasil relativo ao estudo de caso apresentado. Estará sendo apresentado como está ocorrendo essa inovação e em que grau ela está ocorrendo.

Semelhantemente com o ocorrido na década de sessenta o Brasil não dominava a tecnologia necessária para o desenvolvimento de blindados e carros de combate modernos para dotar suas forças terrestres. Outra semelhança aplica-se ao conceito de *learning by doing*, ou aprendizado pelo uso, onde após serem feitas as análises dos produtos já prontos, segue

para a cópia e posteriormente para o desenvolvimento com a inovação em vários aspectos daquela tecnologia com inovações originais e únicas. As parcerias entre institutos de pesquisas forças armadas e empresas privadas demonstram uma mobilização industrial ao redor desse nicho de mercado. E a intervenção governamental novamente decisiva para desencadeá-lo do processo, conforme pode ser vista na orientação dada através do governo para as forças armadas através de portarias e incentivos por meio de órgãos de fomento a pesquisa racionalizando um volume de investimento considerável para a conclusão do projeto.

Aplicando os conceitos da Teoria Evolucionista, é perceptível que a ciência e a técnica são fundamentais para os avanços tecnológicos verificados no caso do VANT, os grandes saltos se devem a pesquisas e empenho de cientistas e técnicos em desenvolver um equipamento de ponta, empregando tudo o que de mais recente existe em termos da aviação. As rotinas anteriormente verificadas são tão fluídas quanto às atuais, a dependência da inovação e dos avanços técnicos está no centro do processo de desenvolvimento do VANT. A aprendizagem acumulada ao longo de experiências anteriores, conforme mostrado no caso do “Acauã”, acumulou ao longo do tempo no desenvolvimento de novos projetos, experimentação testes, avaliações e mesmo estando em fase de desenvolvimento novas áreas de pesquisa surgem para novos produtos empregando essas novas tecnologias.

Porém mesmo apresentando todas essas semelhanças o que ocorre atualmente não é um processo de *Spin off*, mas é um processo semelhante a ele. A *Tecnologia Dual* é esse processo que ocorre no estudo de caso apresentado. Embora não seja do escopo desse trabalho discutir esse fenômeno tecnológico, se faz necessário conceituar o mesmo para compreender como ocorrem as transferências tecnológicas entre indústria bélica e civil atualmente no Brasil do século XXI.

3.3.1 Tecnologia Dual

A *Tecnologia Dual* é a tecnologia que possui aplicação tanto civil como militar. Grande parte dessas tecnologias são avançadas, como domínio da tecnologia nuclear para fins militares, onde após o seu desenvolvimento obedecendo os objetivos militares ela é posteriormente empregada em aplicações civis. (FERREIRA DA SILVA, 2007)

A *Tecnologia Dual* também pode ser definida como grupos de tecnologias que podem potencializar os investimentos em áreas de defesa, pois articulam com seu duplo propósito (civil e militar) uma competitividade maior a nação que a domina, tanto para fins de defesa quanto para comercialização civil no mercado internacional. (COSTA, 2007)

Também é uma característica *Tecnologia Dual* possibilitar a manutenção de uma demanda suficiente dessas tecnologias de duplo emprego (militar-civil), pois recorrentemente a demanda por materiais de defesa de um país é capaz de manter o contínuo desenvolvimento e aprimoramento de novas tecnologias, vindo à comercialização dessas tecnologias em mercados civis viabilizar essa continuidade. (ANDRADE DA SILVA, 2008)

Uma *Tecnologia Dual* na grande maioria das vezes é considerada uma *Tecnologia Sensível*, onde independente da sua natureza o país que a detém considera que outros países não devem ter acesso, seja por razões estratégicas ou de segurança. O termo tecnologia de uso dual foi cunhado por cientistas norte americanos (*dual use technologies*) após as experiências com o desenvolvimento inicial de uma rede de computadores que deu origem a internet e mais recentemente com o Sistema de Posicionamento Global ou GPS na sigla em inglês (PIRRO E LONGO, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho foi apresentando o processo histórico que condicionou a partir da década de sessenta a ocorrência do *Spin Off* no Brasil, através da P&D militar que capacitaram um corpo crítico de engenheiros e cientistas que já vinham trabalhando desde meados dos anos quarenta em projetos de grande importância tecnológica e estratégica ao país.

Alcançado na década de setenta o apogeu desse processo de *Spin off* com diversas empresas articuladas junto com o Estado junto com suas forças armadas através de instituições de pesquisa bem como universidade e demais empresas privadas interessadas no setor. Chegando ao apogeu de todo o processo de inovação e avanços tecnológicos.

Mas devido a fatores internos e externos, como as dificuldades acumuladas desde os choques do petróleo, crise generalizada nos países de terceiro mundo, crise cíclica da economia brasileira, alteração do regime de governo com a democratização em meados dos anos oitenta onde novas orientações e diretrizes foram destinadas as forças armadas. Fazendo com que a fase dos grandes projetos, de tecnologias avançadas fosse frustrada nos anos noventa.

Porém na primeira década do século XXI, mostra sinais claros da sua recuperação, numa conjuntura totalmente diferente de vinte anos atrás. Onde os domínios de tecnologias avançadas é fundamental para dinamizar o setor bélico, verificamos por meio do estudo de

caso do VANT que atualmente não podemos afirmar com total certeza que de fato o processo de *Spin Off* ocorre no Brasil, condicionado a todas as premissas apresentadas em nosso referencial teórico.

Segundo o estudo de caso abordado nesse trabalho, o desenvolvimento do VANT se caracteriza como uma *Tecnologia Dual*, pois de acordo com as suas definições no caso brasileiro a pesquisa sobre o VANT possui uma finalidade tanto militar quanto civil, não sendo um caso de *Spin off*, que é a aplicação de algum avanço militar específico dentro de um campo de atuação civil.

Também é verificado o interesse de comercialização dessa tecnologia assim que dominada, para viabilizar tanto os avanços tecnológicos militares quanto os civis por meio da garantia de uma demanda em níveis suficientes para isso.

“O fortalecimento da capacitação do País no campo da defesa é essencial e deve ser obtido com o envolvimento permanente dos setores governamental, industrial e acadêmico, voltados à produção científica e tecnológica e para a inovação. O desenvolvimento da indústria de defesa, incluindo o domínio de tecnologias de uso dual, é fundamental para alcançar o abastecimento seguro e previsível de materiais e serviços de defesa.” (Decreto nº 5.484, 30/Jun/2005 – Orientações Estratégicas)

De acordo com a orientação dada pelo Ministério da Defesa em sua Política de Defesa Nacional de 2005, fica evidentemente clara a orientação do Estado para o fomento de tecnologias de uso dual. Não que isso impeça a ocorrência de um novo processo de *Spin off* como aconteceu anteriormente, mas sim podendo vir a ser um facilitador para que o *Spin off* ocorra novamente de forma efetiva no século XXI pois os incentivos dados a indústria bélica por meio dessa nova orientação poderão sim ser capazes de desencadear novamente esse processo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE DA SILVA, L. M. **Análise da decisão “comprar ou fazer” em tecnologias essenciais para o setor aeroespacial de defesa.** 10º Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa, ITA, 2008.

ALVES NETO, Armando. **Geração De Trajetórias Para Veículos Aéreos Autônomos Não-Tripulados.** UFMG. Belo Horizonte. 124p., 2008.

AVIBRÁS. **Sistemas VANT AVIBRÁS.** São Paulo. 24p., 2009.

CAVAGNARI, G. L. **P&D Militar: situação, avaliação e perspectivas.** Núcleo de Estudos Estratégicos da UNICAMP, 32p., 1993.

CORREA, Mario A; CAMARGO, João B. **Estudo de Veículos Aéreos Não Tripulados Baseado em Sistemas Multi-Agentes e sua Interação no Espaço Aéreo Controlado.** Faculdade de Engenharia Elétrica - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 10p., 2008.

COSTA, Fernando S. **Ciência e Tecnologia no Brasil e no Exército Brasileiro.** Brasília, 2007.

CRUZ, Eduardo L. V. **Tecnologia Militar e Indústria Bélica no Brasil.** Security and Defense Studies Review, 58p., 2006.

DAGNINO, R. Peixoto; CAMPOS FILHO, L. A. **Análise sobre a Viabilidade de Revitalização da Indústria de Defesa Brasileira.** Brazilian Business Review, 16p., 2007.

D'OLIVEIRA, Flávio A. **Projeto VANT – Histórico e Situação Atual.** 2º Workshop Nanotecnologia Aeroespacial. São Paulo. 50 p., 2006.

DUSSAUGE, Pierre; CORNU, Christophe. **L'Industrie Française de l'Armement: coopérations, restructurations e intégration européene**. 2ª ed., Paris: (Editora), 1998.

FERREIRA DA SILVA, E. R. **Avaliação de Modelos Decisórios em Tecnologia Sensível: o caso da energia nuclear**. International Nuclear Atlantic Conference, IPEN, 2007.

FERREIRA DA SILVA, José A. **Veículo Aéreo Não Tripulado Uso Civil – Aerofotogrametria, Sensoriamento Remoto e Atividades Afins**. Esteio Engenharia e Aerolevantamentos SA. 2008.

FONSECA, J. W. Freitas. **A Transferência de Tecnologia da Indústria Bélica Brasileira para a Indústria Civil: O Caso da Indústria Automobilística**. Dissertação de Mestrado, UFPR. Curitiba, 1997.

FONSECA, J. W. Freitas. **O Desenvolvimento da Indústria Bélica no Brasil e seu Processo de *Spin Off***. Revista de Economia Política, 17p., 2000.

FURTADO, A. Tosi. **Novos Arranjos Produtivos, Estado e Gestão da Pesquisa Pública**. Tecnociências, 2003.

GIMENES, Victor. Et All. **Aspectos de Segurança na Integração de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) no Espaço Aéreo Brasileiro**. GAS - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 12p., 2008.

HUGO, Victor. **Veículos Aéreos Não-Tripulados**. 1º Seminário Intern. de VANT-CTA. FITec Inovações Tecnológicas. 38p., 2005.

LANGE, V. Luiz. **A Indústria de Defesa no Brasil**. Artigo de Doutorado, 30p., 2007.

LANGE, V. Luiz. **Um Desafio Conjunto para o Exército e para a Indústria de Defesa**. Centro de Pesquisas Estratégicas Paulino Soares de Sousa. Universidade Federal de Juiz de Fora. 18p., 2008.

MEDEIROS, Fabrício A. **Desenvolvimento de um Veículo Aéreo Não Tripulado para Aplicação em Agricultura de Precisão**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria. 122p., 2007.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Política de Defesa Nacional**. Brasil. MD, 2005.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm

NAZARÉ P. O. Nilda. **A Missão Modernizadora das Forças Armadas: a segurança nacional e o projeto Brasil potência**. Projeto História, 12p. 2007.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. **An evolutionary theory of economic change**. 1982 Cambridge: Harvard U. P.

PIRRÓ E LONGO, W. **Tecnologia Militar**. Núcleo de Estudos Estratégicos da UFF, 23P., 2009.

PIRRÓ E LONGO, W. **Impactos do Desenvolvimento da Ciência & Tecnologia na Defesa Nacional**. Política, Ciência & Tecnologia, Defesa Nacional, Coleção UNIFA, 23p., 2009.

RACY, J. Carlos; SILBERFELD, Jean-Claude E. **Defesa Nacional, Complexo Industrial Militar e Mobilização Industrial: apontamentos para a mobilização nacional**. Revista de Economia Mackenzie, 18p., 2006.

METCALFE, J. Stanley, SAVIOTTI, P. Paolo. **Present developments and trends in evolutionary economics**. Chur. Harwood Academic, 1991.

SILVA COSTA, Luiz P. **A Operação de Veículos Aéreos Não Tripulados em Teatro de Operações Conjunto**. Revista UNIFA. Rio de Janeiro. 11p., 2009.

VALAVANIS, K. P. **Advances in Unmanned Aerial Vehicles: State of the Art and Road to Autonomy**. Springer, Tampa. Florida, USA. 2007.