ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Albano do Amarante, José Carlos

Working Paper

Processos de obtenção de tecnologia militar

Texto para Discussão, No. 1877

Provided in Cooperation with:
Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Albano do Amarante, José Carlos (2013) : Processos de obtenção de tecnologia militar, Texto para Discussão, No. 1877, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/90960

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

1877
TEXTO PARA DISCUSSÃO

ipea

PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE TECNOLOGIA MILITAR

José Carlos Albano do Amarante

ipea
Por um Brasil desenvolvido

1877

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Rio de Janeiro, outubro de 2013

PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE TECNOLOGIA MILITAR*

José Carlos Albano do Amarante**

* Este trabalho foi produzido no âmbito do projeto O Papel da Defesa na Inserção Internacional Brasileira, conduzido pela Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais (Dinte) do Ipea.

** General de Divisão da Reserva do Exército, professor do Instituto de Estudos Estratégicos (INEST)/Universidade Federal Fluminense (UFF) e pesquisador bolsista do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD)/Ipea.

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Ministro interino Marcelo Côrtes Neri

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Marcelo Côrtes Neri

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Renato Coelho Baumann das Neves

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
Rafael Guerreiro Osorio

Chefe de Gabinete
Sergei Suarez Dillon Soares

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2013

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: H56; O32; O33.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 EMPREGO DA TECNOLOGIA MILITAR 8

3 O MATERIAL DE EMPREGO MILITAR E A TECNOLOGIA DE BASE 9

4 OBTENÇÃO DE TECNOLOGIA MILITAR 10

5 CERCEAMENTO TECNOLÓGICO 80

6 SÍNTESE DOS ENSINAMENTOS 84

7 CONCLUSÃO 86

REFERÊNCIAS 88

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR 92

SINOPSE

Este trabalho discute diferentes maneiras de se obter tecnologia militar, quais sejam: o desenvolvimento autônomo; o desenvolvimento cooperativo internacional em nível governamental; o desenvolvimento cooperativo internacional em nível empresarial; e a transferência de tecnologia. Para tanto, apresenta a demanda de material militar para combates atuais e futuros, visualizando uma ênfase no emprego de meios militares com crescente sofisticação e complexidade, utilizando tecnologias baseadas na robótica, na sistemização e na automatização, além da defesa na guerra cibernética. Analisa, ainda, o cerceamento tecnológico relacionado a tecnologias sensíveis e abre uma porta alternativa, dando acesso ao desenvolvimento dessas tecnologias, mediante a criação de programas mobilizadores. O trabalho avalia oito projetos de obtenção de tecnologia militar e extrai ensinamentos em diferentes setores tecnológicos, considerando: os mísseis MSS1.2 e A-Darter, além do Projeto Astros II, no setor missilístico; o Urutu, o Guarani e o Gaúcho, no setor de veículos terrestres de combate; o classe Tupi, no setor submarino; e a aeronave AMX, no setor aéreo.

Palavras-chave: obtenção e transferência de tecnologia; desenvolvimento autônomo e cooperativo; cerceamento tecnológico; programa mobilizador; setor tecnológico.

ABSTRACT[i]

This paper discusses different ways to obtain military technology, examining: the autonomous development; the cooperative development in international governmental level; the cooperative development in international business; and technology transfer. For that, the article presents the demand for military equipment for current and future combats, visualizing an emphasis in employment of military resources with increasing sophistication and complexity, using technologies based on robotics, in systemization and in automation, in addition to the defense in cybernetic war. This article analyzes the technological retrenchment, related to sensitive technologies, and opens an alternate port, giving access to the development of these technologies, through the creation of mobilizing programs. This work evaluates eight projects to obtain military technology and draws lessons in different sectors of technology: the missiles MSS1.2 and A-Darter, besides the project Astros II, in the missile sector; the Urutu, Guarani and Gaúcho, in the land vehicles of combat sector; the Tupi class, in the submarine sector; and the AMX aircraft, in air sector.

Keywords: technology obtainment; autonomous development; cooperative development; technology transfer; technological retrenchment; mobilizing programs; technological sector.

---

i. *The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's editorial department.*
As versões em língua inglesa das sinopses (*abstracts*) desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea.

1 INTRODUÇÃO

No campo militar, as últimas décadas foram marcadas por uma crescente importância da tecnologia na definição de um conflito armado, levando a que, atualmente, a caracterização de um Estado como potência militar exija um alto desenvolvimento tecnológico, em suporte à sua Base Industrial de Defesa (BID).

Este artigo visa analisar o processo de obtenção de tecnologia militar. Trata-se de um processo complicado e oneroso, envolvendo alto grau de conhecimento e elevados investimentos, o qual pode ser conduzido de maneiras diversas.

O texto busca demonstrar que a obtenção de tecnologia militar pode ocorrer de três formas distintas: *i)* desenvolvimento autônomo; *ii)* desenvolvimento cooperativo internacional; e *iii)* transferência de tecnologia. Cada uma resulta em oportunidades e riscos específicos, que são apresentados e analisados ao longo do trabalho. A condução de programas de desenvolvimento tecnológico também é discutida, por meio de estudos de oito casos brasileiros, selecionados de modo a abranger as três formas de obtenção em diferentes segmentos da indústria.

O artigo apresenta, ainda, os fatores externos limitadores do desenvolvimento tecnológico. Em especial, são destacadas as barreiras impostas pelo cerceamento tecnológico por países desenvolvidos, visando negar, a países emergentes e/ou em desenvolvimento, o acesso a conhecimentos ditos sensíveis. Também serão discutidos os chamados programas mobilizadores, com sua capacidade de desenvolver essas tecnologias sensíveis e de superar as restrições impostas pelos países desenvolvidos.

A discussão promovida no transcorrer do trabalho e a análise das experiências brasileiras de obtenção de tecnologia militar visam demonstrar que o Brasil obteve êxitos importantes em suas iniciativas na área. Conforme os estudos de caso evidenciam, empreendimentos em diferentes segmentos militares, realizados de forma autônoma, cooperativa ou por transferência, resultaram em efetivo desenvolvimento científico-tecnológico e promoveram a capacitação do país no setor industrial militar.

O artigo está organizado da seguinte forma: na segunda seção, enfatiza-se que a BID de um Estado forte e rico produz uma enorme carteira de meios militares múltiplos

e sofisticados; na terceira seção, aponta-se que os meios militares mais sofisticados são produzidos com tecnologia militar de ponta, sendo esta, por sua vez, constituída por uma ou mais tecnologias de base; na quarta seção, são apresentados e discutidos os três diferentes processos de obtenção da tecnologia militar. A fim de instrumentalizar o debate, esta mesma seção apresenta oito estudos de caso sobre obtenção de tecnologia militar pelo Brasil, demonstrando, de maneira prática, algumas das questões envolvidas nos três diferentes processos. Na quinta seção, estuda-se o cerceamento de tecnologias sensíveis e o efeito redutor de programas mobilizadores. Na sexta e sétima seções, são expostos alguns comentários conclusivos, apresentando os ensinamentos extraídos do texto e da análise dos estudos de caso, assim como recomendações para políticas públicas.

2 EMPREGO DA TECNOLOGIA MILITAR

O desfecho da Guerra Fria, que pode ser vista como a Terceira Guerra Mundial, assinalou o elevado valor da tecnologia militar para caracterizar um país como potência militar e nação desenvolvida. Contudo, a multiplicidade e sofisticação dos meios militares que equipam os elementos de combate – forças aéreas, forças navais e, para os exércitos, forças de cavalaria, infantaria, artilharia, engenharia, entre outras –, aliadas ao grau de complexidade de um sistema de armas e de seus componentes, tornam sofisticado, complicado e oneroso o seu desenvolvimento e a sua fabricação.[1] Complicado porque envolve atividades multidisciplinares que utilizam o conhecimento aplicado de diversos segmentos da ciência e da tecnologia e, também, porque necessita de recursos humanos de alto nível, com visão de conjunto – ou seja, holística – e com competência para integrar os componentes de sistemas. Oneroso porque requer uma extensa gama de componentes dispendiosos e porque demanda um complexo programa de desenvolvimento, que culmina na fase de integração do sistema de armas. Assim, a difícil tarefa de desenvolver e produzir esses sistemas de armas torna-se privilégio de um pequeno círculo de países de elevado nível tecnológico.

Na década de 1980, o Brasil ensaiou os primeiros passos no sentido de fazer parte desse reduzido e seleto grupo de nações. Entretanto, os avanços promovidos no Brasil no período, resultantes de uma política de defesa correta e efetiva, foram

1. Os meios militares contemporâneos tendem à automatização, à sistemização e à robotização, daí decorrendo a sua crescente sofisticação.

praticamente anulados por conta de acontecimentos ocorridos nos últimos vinte anos (décadas de 1990 e 2000) que atingiram fortemente a indústria de defesa brasileira.[2]

As tecnologias militares empregadas na produção de meios e sistemas de defesa apresentam inúmeras peculiaridades, entre as quais se pode destacar: a tecnologia militar é um fator de produção, que acompanha o capital, o trabalho e as matérias-primas; e é uma mercadoria, porque tem preço e direito a ressarcimento, além de valor de troca, estando sujeita, em consequência, a todos os tipos de transações legais e ilegais, como compra, venda, cópia, engenharia reversa, falsificação, roubo e espionagem (Longo, 2011a).

3 O MATERIAL DE EMPREGO MILITAR E A TECNOLOGIA DE BASE

Os materiais de emprego militar (MEM) mais sofisticados são construídos com tecnologias militares de ponta que, por sua vez, são constituídas por tecnologias de base mais recentes. Compreende-se por tecnologia de base uma tecnologia representativa do principal esforço para se gerar tecnologias avançadas ou de ponta, numa determinada fase evolutiva do homem. Torna-se óbvio que a tecnologia de base civil é coincidente com a tecnologia de base militar, pois ela é dual.

As bases tecnológicas, em diferentes fases da evolução da história da guerra, foram as seguintes: na Pré-História, a madeira e a pedra polida; na Antiguidade, a metalurgia do cobre, bronze, ferro e aço; na Idade Média, a pólvora negra; na época das conquistas marítimas, a nau portuguesa; ao longo da Revolução Científica (1450-1750), a arma de fogo e a fortificação; no primeiro século da Revolução Industrial (1750-1850), a máquina a vapor e a mecanização industrial; no segundo século da Revolução Industrial, a tecnologia mecânica e a elétrica; e na Revolução Tecnológica (a partir da década de 1940), a tecnologia eletrônica e a telemática (telecomunicações e informática).

Por sua vez, uma tecnologia militar de ponta ou avançada caracteriza-se por ser sofisticada, normalmente associada às bases tecnológicas vigentes, explorando os mais modernos conhecimentos.

2. Ao mesmo tempo, os meios militares não sistêmicos, como uma pistola, um rádio, uma munição ou um foguete, por serem de mais fácil produção, estão ao alcance da indústria de defesa de nações do segundo escalão.

O desenvolvimento de tecnologia é, especialmente para a Estratégia Nacional de Defesa (END), um assunto-chave, tanto em nível doméstico quanto internacional. Em nível doméstico, desenvolver tecnologia é assegurar o bem-estar da população, a segurança e a confiança, por se saber que se tem a capacidade de preparar a sua própria defesa. Em nível internacional, é assegurar uma necessidade básica: sua própria existência e soberania, aliada ao crescimento de seu poder no concerto das nações.

O Brasil deve procurar, estrategicamente, a independência e o domínio dos três eixos prioritários estabelecidos na END – espacial, cibernético e nuclear. Estes três segmentos necessitam de esforços sustentados por longo prazo, de continuidade de política e de enormes investimentos. O desenvolvimento de tecnologia é um processo demorado, cuja intensidade não pode oscilar ao longo dos trabalhos, sob a pena de perda parcial ou total do conhecimento já obtido. Além disso, em qualquer processo decisório, o diálogo constante entre civis e militares é um ponto-chave.

4 OBTENÇÃO DE TECNOLOGIA MILITAR

Existem três maneiras básicas de se obter a tecnologia militar: *i)* desenvolvimento autônomo; *ii)* desenvolvimento cooperativo internacional; e *iii)* transferência de tecnologia.

Em princípio, o desenvolvimento ou a transferência são realizados em um centro de pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou em uma indústria de defesa. A instituição participante de um programa de obtenção de tecnologia militar, como órgão tecnológico central, somente deve participar quando a tecnologia de base do produto ou processo lhe for familiar. Se esta condicionante não for atendida, o risco de insucesso cresce exponencialmente. Caso não haja outra saída, a instituição desenvolvedora ou recebedora da tecnologia militar deve contar com um grupo de engenheiros e técnicos conhecedores da tecnologia de base para participar do programa.

As três formas de obtenção de tecnologia são discutidas nesta seção, com o objetivo de demonstrar como o processo ocorre e quais as vantagens e riscos embutidos em cada tipo. A fim de contribuir para a discussão, serão apresentados oito estudos de caso de obtenção de tecnologia pelo Brasil, cada um em sua respectiva categoria.

No processo analítico de estudos de caso, em cada tecnologia militar selecionada, foram avaliados os seguintes pontos: motivações para o desenvolvimento; conteúdo do Programa de Cooperação; participantes pelo parceiro, país ou empresa; processo de concepção; características do meio militar em desenvolvimento; testes e ensaios de desenvolvimento; principais tecnologias contidas no meio militar; dificuldades enfrentadas; e custos. No quadro 1 constam: os oito casos; o processo de obtenção utilizado; o setor militar ao qual se referem; e a situação de cada programa em julho de 2012.

QUADRO 1
Estudos de caso

Tipo de obtenção		Estudo de caso	Setor militar	Situação do programa
Desenvolvimento autônomo		Urutu	Setor de veículos terrestres de combate	Concluído
		Astros II/Astros 2020	Setor missilístico	Concluído/em andamento
Desenvolvimento cooperativo internacional	Nível governamental	AMX	Setor aeronáutico	Concluído
		A-Darter	Setor missilístico	Em andamento
		Gaúcho	Setor de veículos terrestres de combate	Em andamento
	Nível empresarial	Guarani	Setor de veículos terrestres de combate	Em andamento
Transferência de tecnologia		Tupi	Setor de submarinos	Concluído
		MSS 1.2	Setor missilístico	Concluído

Elaboração do autor.

4.1 Desenvolvimento autônomo

A maneira mais segura e, por vezes, menos onerosa de se realizar a obtenção de uma tecnologia militar é o desenvolvimento autônomo, resultante da sinergia de todas as capacidades, conhecimentos e meios mobilizáveis no país. É um processo endógeno e independente. A responsabilidade técnica nos trabalhos de desenvolvimento de uma tecnologia militar fica a cargo de: um centro de P&D, o gerador de tecnologia; ou de uma indústria de defesa, a geradora de produto. Esta subseção objetiva avaliar as características que capacitam uma indústria de defesa e/ou um centro de P&D a realizar o desenvolvimento autônomo para obtenção de uma tecnologia militar.

O papel da indústria de defesa e do centro de P&D no desenvolvimento autônomo da tecnologia militar enfrenta sérias dificuldades, conforme descrito a seguir.

1) A indústria de defesa e/ou o centro de P&D precisam dominar as bases tecnológicas que integram os produtos e serviços de sua competência industrial. Se isso não ocorrer, tanto a indústria de defesa quanto o centro de P&D tornam-se vulneráveis e podem perder, facilmente, a sua posição.

2) As tecnologias militares são de difícil desenvolvimento e obtenção por parte da indústria de defesa. Por conta disso, a taxa de transferência da tecnologia é baixíssima. A transferência de tecnologia é um processo complicado, dispendioso e com baixa probabilidade de sucesso.

3) Embora a tecnologia de uso civil seja usualmente protegida por patente, a tecnologia militar necessita de uma ambiência secreta. Se a patente for explicitada durante o processo de concessão de direitos exclusivos de exploração, é possível que estejam sendo divulgados segredos de Estado.

4) Por essa razão, o cliente tem dificuldade em acessar as informações da indústria de defesa, predominando o espírito da "caixa preta" e a atitude de maximização da customização do produto ou material às necessidades do cliente.

5) Por estarem contidas em uma pirâmide científica, tecnológica e inovadora, a indústria de defesa e o centro de P&D necessitam de infraestrutura e recursos humanos altamente especializados.

6) Se, por um lado, o desenvolvimento autônomo tem a vantagem da autonomia, por outro, ele corre o risco de "reinventar a roda", ocasionando indesejáveis perdas de tempo e recursos. Assim, só deve ser desenvolvida a tecnologia desconhecida e que não seja óbvia.

Serão analisados a seguir dois casos de desenvolvimento autônomo no Brasil: o blindado Urutu e o Sistema Astros.

Estudo de caso 1: o veículo anfíbio para transporte de tropas Urutu

A Viatura Blindada de Combate Urutu foi desenvolvida e fabricada pela Engenheiros Especializados S/A (Engesa), empresa baseada em São José dos Campos-SP. O Parque

Regional de Motomecanização da 2ª Região Militar (PqRMM/2) e o Campo de Provas da Marambaia (CPrM) participaram ativamente do processo de obtenção, em atividades de desenvolvimento autônomo, da tecnologia militar de viaturas blindadas de combate ou, especificamente, em atividades de projeto, avaliação e construção de protótipo.

O primeiro protótipo foi obtido em julho de 1970. Após testes de avaliação com resultados positivos, o Exército Brasileiro (EB) contratou a Engesa para produzir a pré-série do Urutu, transferindo para a empresa o protótipo e o conhecimento. A fabricação seriada e as primeiras entregas do Urutu ocorreram durante o ano de 1974.

O Brasil realizou, com sucesso, o desenvolvimento de carros de combate sobre rodas, materializados no Urutu e no Cascavel. Segundo Strachman e Degl'lesposti (2010),

> foi muito grande o sucesso externo alcançado pela Engesa após a primeira venda dos veículos Cascavel à Líbia. Até 1982, teriam sido produzidos aproximadamente 5.000 carros blindados (o que a colocaria em primeiro lugar entre os fabricantes mundiais de carros blindados leves sobre rodas), sendo que, na média, 90% deles teriam sido exportados e apenas 10% adquiridos pelo Brasil (destes 10%, aproximadamente 5% corresponderam a aquisições do Exército e 5% a aquisições civis de tratores e utilitários da empresa, destinados ao mercado interno e produzidos a partir de 1983).

De acordo com Bastos (2003), ao longo de sua história, a Engesa exportou a notável cifra de 6.818 veículos (blindados ou não blindados) para dezoito países, no Oriente Médio, na África e na América Latina. Desses números, o EE-11 Urutu montou a 888 unidades. Na década de 1980, a Engesa transformou-se num grupo empresarial de doze subsidiárias, empregando mais de 5 mil pessoas.

O sistema foi testado com sucesso em combate, tendo sido empregado por exércitos de diversos países entre as décadas de 1970 e 1990. Com a falência da Engesa, em 1993, o Urutu teve a sua linha de produção interrompida.

Com a ausência da Engesa no mercado vendedor, algumas instituições procuraram ocupar o espaço vazio do apoio logístico aos clientes que ficaram desassistidos. O EB, na ação do Arsenal de Guerra de São Paulo (AGSP), assumiu a manutenção dos Urutu e Cascavel existentes no Brasil, enquanto a empresa Universal começou a realizar a manutenção dos carros fora do Brasil. Segundo Bastos (2003), os carros de combate

eram tão bons que a empresa israelense Saymar conduziu um processo de modernização do Urutu e do Cascavel, adquiridos em 2002 do Exército do Chile.[3]

Com a Engesa fechada, o passo seguinte a ser dado foi o desenvolvimento de uma nova viatura para substituir o Urutu. Em 2007, o Exército criou o Programa Guarani, que iria propiciar ao Brasil uma nova Viatura Blindada Transporte de Pessoal Média de Rodas (VBTP-MR). Pode-se considerar o Guarani como um aprimoramento tecnológico do Urutu, comprovando o domínio da tecnologia de VBTP. Este projeto será analisado na seção de desenvolvimento cooperativo em nível empresarial.

Participantes

- Engesa – empresa responsável pela fabricação;
- PqRMM/2 – responsável pelo desenvolvimento, projeto e construção do protótipo; e
- CPrM – prestador de apoio aos testes e avaliações.

Motivações

O Projeto Urutu objetivou equipar o EB com um veículo tático para transporte de tropas, dentro da perspectiva do Brasil, país em vias de desenvolvimento. Além de dotar o Exército e os Fuzileiros Navais com um veículo de excelente desempenho operacional, a indústria de defesa estava contribuindo efetivamente para a industrialização do país.

O processo de concepção

Segundo Bastos (2011), em 1967, o Exército criou um Grupo de Trabalho (GT) composto por engenheiros militares de automóveis, oriundos do Instituto Militar de Engenharia (IME), com a missão de projetar carros blindados sobre rodas para atender às necessidades da Força Terrestre. Devido à pujança industrial de São Paulo, o EB colocou o GT para trabalhar no PqRMM/2, situado em São Paulo. O GT realizou o projeto de uma família de blindados sobre rodas, que ainda está em uso no Brasil e no exterior.

3. Entre 1974 e 1976, esses veículos haviam sido vendidos pela Engesa para o Chile.

No PqRMM/2 foi concebido o protótipo do futuro EE-11 Urutu, com a participação da Engesa, atraída para fazer parte do projeto por causa da suspensão *boomerang*, por ela patenteada e que poderia propiciar um excelente desempenho em qualquer terreno. O Exército contratou a Engesa para produzir a pré-série do Urutu e entregou o protótipo e o conhecimento à contratada. O contrato estabelecia que a empresa desse início à produção, não garantindo, entretanto, qualquer direito sobre o conhecimento, os relatórios, os desenhos e as patentes gerados pelo Exército e que viessem a beneficiá-lo diretamente. Essa aparente imprevidência fica por conta da inexperiência administrativa do Exército na área da Ciência & Tecnologia (C&T). Em 1974, ficou pronta a encomendada pré-série do EE-11 Urutu.

Características do Urutu

O Urutu é um transporte rápido, com capacidade anfíbia e leve proteção blindada, capaz de receber grande variedade de equipamentos e adequando-se às necessidades dos clientes.

O casco do Urutu possui duas camadas de blindagem de aço. A camada exterior é de aço duro, enquanto a camada interior é de aço mais macio, submetido a tratamento térmico para maximizar a proteção balística. A blindagem proporciona proteção completa contra pequenas armas de fogo.

O Urutu pesa 13 toneladas, tem 6,1m de comprimento, 2,1m de largura e 2,9m de altura. É armado com uma única metralhadora, de 12,7mm, instalada sobre o teto. O motorista ocupa lugar à frente do casco, no lado esquerdo e, se necessário, quando está dirigindo com a cabeça para fora, um para-brisa pode ser ajustado acima do seu lugar. A direção é assistida, e o volante é ajustável de acordo com a posição do motorista. Uma tampa de acesso do motorista é dotada de três periscópios, sendo que o periscópio central pode ser substituído por um periscópio de visão noturna. O Urutu transporta uma tripulação de um piloto, um comandante e doze militares totalmente equipados. Os militares entram e saem do veículo através de portas laterais, traseiras ou no teto.

O motor Detroit Diesel 6V-53T é acoplado a uma transmissão automática Allison MT-643. O sistema de arrefecimento compreende um radiador para a água do motor e refrigerantes de óleo para o motor e a transmissão. Enquanto está nadando, aciona um sistema especial de refrigeração do motor, à água.

Principais tecnologias

Entre as principais tecnologias pode-se apontar:

- suspensão *boomerang*;
- viatura anfíbia; e
- o compartilhamento de muitos componentes comuns ao blindado Cascavel, facilitando a sua produção.

Avaliação de resultados

Nas últimas décadas do século XX, as viaturas Urutu (transporte de tropas) e Cascavel (blindada de combate) ganharam prestígio incomum pelo desempenho em guerras no Oriente Médio e na África. Essa *performance* conduziu o Urutu e o Cascavel para a posição dos dois veículos blindados sobre rodas mais vendidos para o mercado de países árabes e subdesenvolvidos. Para a Engesa, a sua patenteada suspensão *boomerang* proporcionou a ocupação de um nicho antes vazio e representou a liderança comercial no setor de viaturas de combate sobre rodas. Para o EB, o emprego do Urutu e do Cascavel na sua dotação representava a importância atribuída ao desenvolvimento autônomo e o apoio ao excelente desempenho da indústria de defesa brasileira.

Ensinamentos do Programa Urutu

O Programa Urutu, segundo Bastos (2011), foi um dos principais meios utilizados pelo EB e pela Engesa para que o Brasil viesse a ocupar importante nicho mundial na fabricação de Carros de Transporte de Tropas Anfíbio (CTTA). Esta viatura, que veio a ser chamada de EE-11 Urutu, somada ao Veículo Blindado de Reconhecimento-2 (VBR-2), o EE-9 Cascavel, foi concebida pelo GT do PqRMM/2. Em 1970, o parque construiu um *mock-up*, na escala 1:1, armado com torreta para metralhadora e rodas 6x6 montadas em três eixos.

Devido à Engesa possuir a patente da suspensão *boomerang*, o EB a contratou para construir um protótipo, testado e avaliado com sucesso nos anos 1971 e 1972. O Corpo de Fuzileiros Navais encomendou os cinco primeiros exemplares do EE-11 Urutu, produzidos em pré-série. Para os fuzileiros, o veículo passou a ser chamado de

Carro de Transporte de Rodas Anfíbio (CTRA) e foi equipado com hélices na traseira para assegurar a manobrabilidade no mar e em rios.

No campo da produção, o compartilhamento de equipamentos e autopeças entre o EE-11 Urutu e o EE-9 Cascavel tornou a montagem barata e a logística otimizada. As características operacionais de simplicidade e efetividade em combate transformaram o Urutu num campeão de vendas. As vendas massivas dos dois carros para o Oriente Médio, a África e a América Latina consolidaram a excelência tecnológica do Brasil no setor de veículos blindados sobre rodas. A grande interatividade entre a indústria de defesa nacional, empresas multinacionais e o EB contribuiu decisivamente para a transformação do Brasil em país exportador de material de defesa. Assim, no período 1977-1988, a Engesa tornou-se a maior exportadora mundial de viaturas de combate sobre rodas (Strachman e Degl'lesposti, 2010).

No PqRMM/2, o EB treinou e exercitou técnicos para atuarem nos ciclos de desenvolvimento e de produção de carros de combate. No momento em que a cadeia de desenvolvimento e produção entrou em crise, os administradores não cuidaram em preservá-la.

Estudo de caso 2: sistemas de lançamento múltiplo de foguetes, Astros II e Astros 2020

O Sistema de Foguetes de Artilharia para Saturação de Área, Astros II, foi desenvolvido e fabricado pela Avibras Aeroespacial, uma empresa brasileira, baseada em São José dos Campos-SP, com meio século de tradição no campo militar e que vem se especializando na fabricação de foguetes e mísseis para as mais variadas finalidades e aplicações nas Forças Armadas. O Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e o Centro de Avaliações do Exército (CAEx) participaram ativamente do desenvolvimento em atividades de projeto e de avaliação.[4]

As primeiras entregas começaram durante o ano de 1983 e, hoje, o sistema é operacional no EB, na Força de Defesa da Arábia Saudita e no Exército da Malásia. O sistema foi testado com sucesso em combate, tendo sido empregado em ação pelo

4. O autor, na época no posto de tenente-coronel, foi o gerente militar do Projeto do Sistema Astros, tendo participado de atividades de concepção e de avaliação. Foi o responsável pela modificação da aerodinâmica das empenas curvas, de maneira a evitar o acoplamento ressonante dos movimentos de rolamento e arfagem.

Exército Iraquiano na Guerra Irã-Iraque (década de 1980) e nas Guerras do Golfo (1991 e 2003). Em 1991, os sistemas da Arábia Saudita foram utilizados durante os combates no Golfo.

O Astros II é um sistema universal de foguetes de artilharia para a saturação de área, que possui unidade de tiro controlada por computadores. O Sistema Astros, nestes últimos trinta anos, ganhou prestígio como o melhor *Multiple Launching Rockets System* (MLRS) em operação no mundo. Seis pesados caminhões formam um poderoso conjunto de fogo, capaz de se deslocar rapidamente para qualquer teatro de operações. Os foguetes do Astros podem cobrir distâncias de 6 quilômetros a 80 quilômetros de alcance.

Uma das principais inovações tecnológicas do Astros II foi a transformação das empenas retas, que eram empregadas nos foguetes X-4 e X-20, em empenas curvas, capazes de assegurar um imenso poder de fogo, resultante das minimizações do volume de transporte e de tiro de suas munições.

O sistema foi um sucesso tecnológico e operacional. Ele gerou o projeto, já iniciado, do míssil tático da Avibras, AV TM-300-km, que se encontra em aprimoramento tecnológico. O planejamento do próximo passo levará, em 2020, ao desenvolvimento do míssil tático da Avibras, Astros 2020. Com essa realização, o Sistema Astros II ganhará em alcance e acurácia, evoluindo de 80 quilômetros para 300 quilômetros e de foguete para míssil.

Para a Avibras, o desenvolvimento do míssil de cruzeiro representa uma conquista tecnológica sem par. O Brasil, que possui um dos melhores sistemas táticos de foguetes, passará a liderar a corrida pelo MLRS com emprego estratégico.

O novo conceito no MLRS preconiza a integração do AV-TM, um míssil de cruzeiro de alta precisão com um alcance de 300 quilômetros.

Participantes

- Avibras Aeroespacial – empresa responsável pelo desenvolvimento;

- Tectran Engenharia – veículos;

- CTEx – prestador de apoio ao desenvolvimento; e

- CPrM – prestador de apoio aos testes e avaliações.

Motivações

No início da década de 1980, o Sistema Astros II foi a contribuição da Avibras à necessidade do EB de ter um sistema de foguetes de saturação mais efetivo do que um lançador rebocado para foguetes de 108mm, com o alcance limitado a apenas 9 quilômetros. O bem-sucedido desenvolvimento do sistema foi acompanhado de perto pelo CTEx, que atestou a capacidade técnico-administrativa da Avibras para conduzir um programa daquela magnitude. Esse atestado foi uma garantia de sucesso em passo tão importante: o desenvolvimento autônomo do míssil de cruzeiro. Foi esta a motivação do apoio do EB a uma tecnologia militar de enorme valor estratégico.

O Projeto Astros 2020, continuação do Projeto Astros II, objetiva equipar o EB com um armamento estratégico dentro do processo de modernização das Forças Armadas (Army Technology, 2011). Segundo os termos do programa, o EB irá receber: dezoito veículos de lançamento; dezoito veículos de recarregamento de munição; três unidades de controle do tiro; três estações de tempo; três veículos de manutenção; três veículos blindados de comando e controle para cada bateria; e o veículo final para o comando e controle integrado.

O processo de concepção

O desenvolvimento do Astros 2020 ocorre como uma evolução do Astros II. No *front* tecnológico, o Astros 2020 significa um avanço marcante para se atingir uma plataforma globalmente competitiva. Enquanto o MLRS norte-americano somente emprega foguetes com 227mm de diâmetro, o Astros II utiliza, vantajosamente, foguetes em uma gama de diâmetros de 127mm até 300mm.

Sobre o novo projeto, o presidente da Avibras, engenheiro Sami Hassuani, assim se expressou para o Defense Industry Daily (2012): "(...) isso é um novo conceito, baseado em conhecimento já adquirido". Segundo a mesma fonte, o programa vai necessitar realizar um investimento financeiro de R$ 1,09 bilhão, dos quais cerca de US$ 210 milhões serão aplicados em atividades de desenvolvimento. O jornalista

Roberto Godoy noticiou que o Ministério da Defesa (MD) tornou-se sócio da Avibras Aeroespacial mediante a participação do sistema financeiro da União, na proporção de 15% a 25% do seu capital (Godoy, 2010). Em agosto de 2011, em nota distribuída pelo MD, foi divulgado que o governo brasileiro liberou crédito suplementar no valor de R$ 45 milhões para iniciar o projeto (Defesa Net, 2011a). O investimento total no projeto deverá ser feito entre 2011 e 2016. Esses recursos têm dois objetivos: o primeiro é industrial; e o segundo está reservado para aplicação em tecnologias de ponta.

Características do Sistema Astros II e de seu aprimoramento tecnológico, o Astros 2020

O Astros II, conforme o *site* especializado Jane's (2011a), é um sistema autopropulsado e lançador múltiplo de foguetes, apresentando um conceito modular e utilizando uma frota de veículos:

- lançador múltiplo universal (AV-LMU), capaz de disparar cinco tipos de foguetes com diferentes calibres;
- lançadores capazes de disparar diferentes foguetes com diferentes cabeças de guerra:
  - o foguete SS-30, com calibre 127mm, pode ser carregado com 32 tiros por lançador e possui um alcance entre 9 quilômetros e 30 quilômetros;
  - o foguete SS-40, com calibre 180mm, pode ser carregado com dezesseis tiros por lançador e possui um alcance entre 15 quilômetros e 35 quilômetros;
  - o foguete SS-60/SS-80, com calibre de 300mm, pode ser carregado com quatro tiros por lançador e possui um alcance entre 20 quilômetros e 80 quilômetros;
- veículo de suprimento de munição (AV-RMD), para recarregamento do lançador universal AV-LMU, transportando duas cargas completas para cada lançador;

- veículo de comando e controle – unidade de controle de tiro (AV-VCC), para fornecer ao comando do nível batalhão a coordenação e direção de missões de tiro de até três baterias Astros II;

- oficina móvel para manutenção eletrônica e mecânica de campo do sistema; e

- unidade de controle de tiro opcional (LAV-UCF), cuja principal tarefa é facilitar os procedimentos da direção do tiro, utilizando radar e computador.

As capacidades operacionais do Sistema Astros II incluem:

- alta mobilidade e proteção balística;

- elevado volume de fogo;

- tripulação mínima;

- capacidade de combate à noite, de dia e em qualquer tempo;

- amplo alcance operacional e o maior alcance em sua classe;

- elevada acurácia para emprego eficiente da munição;

- elevada capacidade de tiro de saturação; e

- posicionamento estratégico para diferentes tipos de alvos.

O projeto do Sistema Astros 2020, por sua vez, possui dois objetivos: a modernização do Sistema Astros II para a configuração 2020; e o desenvolvimento de uma opção de míssil AV-TM, que vai dar ao novo sistema um alcance de tiro de 300 quilômetros, similar à combinação americana MLRS/ATACMS. Este é o *Army Tactical Missile System* (ATACMS), um míssil solo-solo com alcance da ordem de 160 quilômetros.

O Defense Industry Daily (2012) aponta que os foguetes Astros permanecem até agora não guiados, mas o AV-TM iria adicionar um longo alcance aliado a um

ataque de precisão, característica que vem fazendo falta. A enorme vantagem funcional do novo conceito é a incorporação do AV-TM, míssil de cruzeiro. Diferentemente do foguete e do míssil balístico, que têm trajetória balística proporcionada pelo impulso proveniente da propulsão, o míssil de cruzeiro é guiado em trajetória controlada e planada na maior parte do voo. Outra característica tecnológica importante é que a eletrônica do sistema é toda digitalizada.

Com a introdução da alternativa de ataque de precisão de longo alcance utilizando a mesma plataforma, os atuais clientes Astros, possivelmente, ficarão mais inclinados a permanecer com os sistemas existentes no estado operacional, adicionando a funcionalidade de míssil tático ao atual Astros II. A Avibras desfruta, assim, de ótimas posições na disputa por novos mercados e na manutenção dos clientes tradicionais.

Testes e ensaios de desenvolvimento

Segundo a seção *Strategic Weapon Systems* do *site* especializado Jane's (2011b), a Avibras mostrou pela primeira vez um modelo de um míssil tático (AV-TM) no Show Aéreo de Paris, em junho de 1999. Foi um foguete não guiado Astros II (SS-80), adaptado para proporcionar uma variante de um míssil de cruzeiro.

Foi alegado que o projeto estava pronto, mas esse trabalho havia sido para uma iniciativa privada. A Avibras estava procurando por uma encomenda de exportação antes de mergulhar em um programa de desenvolvimento. Este começou em 2003, com base em um Sistema Astros III (atualmente Astros 2020) para o EB, que seria capaz de transportar e lançar quatro foguetes SS-80 ou quatro mísseis de cruzeiro (AV-TM).

Os trabalhos do Projeto Astros III, no entanto, foram terminados em 2006. Em 2005, a Avibras havia declarado que o desenvolvimento do AV-TM iria continuar, pois estavam planejadas versões do míssil a serem lançadas do solo, do ar e do mar.

O primeiro teste em voo do míssil foi realizado em 2000, e foram mencionadas, até setembro de 2004, as ocorrências de testes de desenvolvimento. A partir de então, nenhuma experiência foi reportada.

Dificuldades enfrentadas

Como empresa de defesa, a Avibras enfrentou "tempestades" durante as décadas de 1990 e 2000, ocasião em que a BID brasileira reduziu sua capacidade industrial até quase a falência completa. A Avibras foi uma das poucas que se salvaram, mas a duras penas.

Para sustentar o processo de reerguimento, um contrato de venda de Sistemas Astros II foi assinado com a Malásia. O regime de recuperação judicial era cumprido pela Avibras desde julho de 2008. O valor do processo de recuperação, superior a R$ 500 milhões, foi coberto pelo rico contrato malaio. Em outubro de 2010, de acordo com o presidente da Avibras, Sami Hassuani, "as contas estão em dia e estamos contratando pessoal para atender às encomendas".

Ensinamentos do Programa Astros 2020

O Programa Astros II foi pródigo em tecnologia de foguetes, tendo a Avibras produzido o melhor sistema múltiplo de foguetes do mundo. A partir deste patamar tecnológico, a empresa criou o Programa Astros 2020.

Com um alcance de 300 quilômetros, distância limite entre o emprego tático e o estratégico, o míssil Astros 2020 é bivalente sob o ponto de vista funcional. Considerando um míssil tático, ele tem um desempenho superior a todos os demais. Tem também um emprego estratégico com custo barato. No cenário operacional da Malásia, o Astros 2020 se constitui no principal recurso dissuasório da força terrestre malaia.

Por sua vez, a debilidade financeira da Avibras seria atrativa para capitais estrangeiros, que poderiam adquirir a empresa, implicando que o Brasil perderia um conhecimento sem preço no setor aeroespacial. Pela sua importância estratégica, a Avibras mereceu um tratamento especial, por conta do posicionamento do governo federal em favor da Política de Defesa Nacional (PDN) e, consequentemente, da END.

O objetivo estratégico do governo Dilma é a consolidação da BID, seguindo uma política de Estado estabelecida no governo Lula. Para tanto, foi estabelecida uma parceria público-privada (PPP) de proteção à Avibras, porquanto esta empresa lida com tecnologia aeroespacial sensível, como é o caso da tecnologia de propulsão adotada, o turbojato.

A obtenção por desenvolvimento autônomo da tecnologia aeroespacial, em uma empresa estratégica como a Avibras, tem dois significados: a garantia de poder atingir o ponto de equilíbrio financeiro e a sinalização da disposição do governo em levar adiante o processo de reaparelhamento das Forças Armadas (Defesa Net, 2011a).

A recuperação da Avibras tem importância estratégica para a indústria de defesa brasileira. Além da capacidade de exportação, a empresa gera e treina mão de obra nacional. O objetivo dessa política é a sinalização do interesse da produção de material de defesa com tecnologia exclusivamente brasileira.

O Astros 2020 é um equipamento militar que certamente irá incrementar a pauta de exportações, favorecendo novamente a balança comercial nacional. A compra do Astros 2020 pelo EB dará sustentação às vendas a países que exigem a adoção do sistema pelas Forças Armadas do país vendedor.

4.2 O desenvolvimento cooperativo internacional

Outra forma econômica de realizar-se a obtenção de uma tecnologia militar é compartilhar os meios e os custos de desenvolvimento com um parceiro, seja um país com interesses convergentes e que tenha demandas operacionais similares às nossas seja uma empresa estrangeira com elevado nível tecnológico e que esteja atraída pela realização de um bom negócio.

4.2.1 O desenvolvimento cooperativo internacional em nível governamental

Nesse tipo de trabalho cooperativo os riscos são bem maiores que no desenvolvimento autônomo, dado que cada parceiro somente exerce domínio sobre os seus próprios meios. É um trabalho conjunto no qual o percentual de investimento define o percentual de propriedade da tecnologia. Para o desenvolvimento ser idealmente cooperativo, recomenda-se que os esforços e os investimentos sejam na ordem de grandeza de 50% para cada parceiro.

Quando o projeto é extenso, complexo e caro, como seria o caso de uma estação orbital, pode-se pensar em maior número de parceiros. O custo individual seria menor e cada participante atuaria na sua área de competência. A grande vantagem desse processo é a redução dos custos de desenvolvimento. Como desvantagens, existem as dificuldades de gerenciamento do programa e da definição e controle das interfaces do trabalho conjunto.

Uma condicionante importante para o êxito ou malogro do empreendimento é o nível tecnológico em que se encontram os parceiros. A cooperação é difícil quando os dois países estão em patamares assimétricos de conhecimento tecnológico, visto que o país forte procurará atrair os resultados obtidos, em detrimento do mais fraco, que terá dificuldades em atingir o objetivo tecnológico. No caso de assimetria tecnológica há, ainda, risco de conduta equivocada para ambos os parceiros. De um lado, o parceiro de elevado nível pode dificultar a necessária transferência de tecnologia para o de nível mais baixo. De outro, o parceiro fraco pode olhar para a tecnologia preparada pelo parceiro forte como um objetivo inalcançável. Em resumo, uma grande assimetria na capacidade tecnológica compromete a parceria.

Um cuidado que se pode revelar importante é planejar o programa de cooperação em duas fases, de preferência sequenciais. A primeira seria a fase de transferência de tecnologia do parceiro forte para o fraco. Nesse caso, o parceiro de maior nível tecnológico estaria comprometido com o sucesso do processo de transferência de tecnologia para o de menor nível. A segunda fase seria o desenvolvimento cooperativo propriamente dito, em condições semelhantes e equilibradas. Assim, o sucesso de um programa de desenvolvimento cooperativo depende diretamente da absorção da tecnologia de nivelamento por parte do parceiro com menor experiência.

Complementando a equipe de nivelamento tecnológico, há os chamados "grupos espelho", localizados no país recebedor. Compreende-se por "grupo espelho" um conjunto de técnicos que formam uma equipe que duplica outra em operação, cumprindo, desta maneira, várias finalidades de importância vital. Entre estas, podem ser citadas: a de manter substitutos para possíveis defecções; a de controle de qualidade na absorção do conhecimento; a de adaptação dos processos executados na origem aos recursos locais; e a de preparo da infraestrutura logística local.

Note-se que as características que capacitam uma indústria de defesa e/ou um centro de P&D a realizar a cooperação internacional para obtenção de uma tecnologia militar são as mesmas que foram identificadas na consecução do desenvolvimento autônomo. A cooperação internacional, tecnicamente, é o mesmo que um desenvolvimento autônomo parcial para projetos em que todas as funções produtivas e básicas estejam divididas proporcionalmente à participação financeira de cada parceiro. Com relação ao trabalho do parceiro, a cooperação internacional é também uma transferência de tecnologia.

Portanto, a cooperação internacional pode ser entendida, no que se refere à tarefa do primeiro parceiro, como um desenvolvimento autônomo parcial e, no que se refere à tarefa do segundo parceiro, como um desenvolvimento associado à transferência parcial de tecnologia. Em certo sentido, a cooperação internacional é um processo atrativo, porque os dois parceiros normalmente apresentam uma atitude pró-ativa e construtiva. Cabe ressaltar que o percentual de participação no projeto, o nível tecnológico dos parceiros atuantes no trabalho de cooperação e o relacionamento governo-empresa de defesa também são variáveis relevantes no processo.

Na cooperação, enfatizam-se as ações complementares que proporcionam o desenvolvimento mútuo de um conjunto de conhecimentos entre os parceiros. O importante, num processo com comportamento ideal, é o compartilhamento dos dois conjuntos sem surpresas indesejáveis, constituindo o conhecimento completo da tecnologia militar pesquisada e desenvolvida. Assim, quando dois países são afinados política e economicamente e possuem carências e capacidades tecnológicas similares, a obtenção de tecnologia militar por cooperação internacional pode tornar-se aconselhável.

Conclui-se, finalmente, que a cooperação internacional envolvendo países com interesses afins, além de aumentar o grau de confiança entre os parceiros, promove o fortalecimento da política industrial regional, a internacionalização das indústrias regionais em mercados competitivos e, especialmente, os projetos militares, contribuindo para a consolidação de alianças estratégicas regionais.

Na caminhada para atingir o patamar de país desenvolvido, o Brasil tem empregado amplamente a cooperação internacional em nível governamental, na maioria das vezes de forma bem-sucedida, para a obtenção de tecnologia militar. Neste trabalho são abordados os casos da aeronave AMX, com a Itália; do míssil A-Darter, com a África do Sul; e da viatura Gaúcho, com a Argentina.

Estudo de caso 3: a aeronave AMX

O desenvolvimento do AMX teve suas origens em estudos desenvolvidos pela empresa aeronáutica estatal italiana Aeritalia, em 1973, relacionados com uma aeronave de ataque capaz de substituir os F-104 e os FIAT G.91 em serviço na Força Aérea Italiana (FAI). Na mesma ocasião, a Aermacchi, empresa aeronáutica italiana de renome mundial, vinha realizando estudos preliminares para o desenvolvimento de uma aeronave de caça

leve, de ataque ao solo. A Aeritalia, naturalmente, seria a principal contratada no caso de uma eventual produção da aeronave, porém a Aermacchi desfrutava de uma boa presença no mercado internacional, tendo exportado mais de 760 jatos de treinamento MB.326 para treze países, três dos quais – África do Sul, Austrália e Brasil – haviam construído, sob licença, versões do referido jato.

Em abril de 1978, as duas empresas firmaram um acordo, seguindo sugestão da FAI, para iniciarem o projeto de uma aeronave de ataque leve a fim de modernizar a sua frota. Dessa forma, ambas as empresas foram contratadas para a fase de definição do projeto, que seria então designado AMX, sigla para *Aeritalia Macchi Experimental*.

Em fins da década de 1970, concomitantemente, a Força Aérea Brasileira (FAB) concebeu o Projeto A-X, uma série de estudos que visava à construção – se possível pela Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A (Embraer) – de uma aeronave leve de ataque, com ênfase em um grande alcance, em detrimento de capacidade supersônica (Cunha, 2012).

O conceito internacional positivo da Embraer, aliado à sua participação anterior na fabricação do Xavante, sob licença da Aermacchi, sua projetista, foi um importante fator de decisão para que, em 1979, a empresa fosse convidada a participar do Programa AMX, passo importante para o Brasil complementar sua autossuficiência em tecnologia aeronáutica. Em 1981, a Embraer passou a participar do AMX com o fim de desenvolver uma variante que satisfizesse os requisitos da FAB.

O AMX foi concebido como uma aeronave que tem "capacidade para operar em altas velocidades subsônicas a baixa altitude, tanto de dia quanto de noite e, se necessário, a partir de bases pouco equipadas ou com pistas danificadas" (Poder Aéreo, 2008). Além disso, dispõe de "baixa assinatura em infravermelho e reduzida secção frontal ao radar" e "sua autodefesa é proporcionada por mísseis ar-ar, canhões integrados e sistemas de contramedidas eletrônicas" (A-1Falcão, [s.d.]).

Em 1982, o Brasil e a Itália assinaram um memorando de entendimento para a realização de um programa conjunto de desenvolvimento e produção, a ser conduzido pelo Consórcio AMX, integrado pelas empresas italianas Aeritalia (na proporção de 46,5%), Aermacchi (23,8%) e Embraer (29,7%), as quais se configuravam como parceiros tecnologicamente equilibrados, com ligeira vantagem para a Itália (Motoyama *et al.*, 2004).

Divisão de tarefas

De acordo com esses percentuais, a aeronave foi dividida em seções, cuja responsabilidade pelo projeto e produção ficou distribuída conforme listado a seguir (Cunha, 2012).

1) Grupo Aeritalia:

   a) Aeritalia: fuselagem central, deriva e leme, radome, componentes de fibra de carbono para as asas e cauda;

   b) Alenia: sistema computadorizado de mira e disparo, incluindo o radar e o sistema de controle de armas; mísseis ar-ar, ar-superfície; bombas de queda livre, bombas guiadas a *laser* ou lançadores de foguetes; e

   c) Ellettronica: sistemas ativo e passivo de contramedidas eletrônicas.

2) Embraer: asas e profundores, tomadas de ar, pilones, trens de pouso principais, tanques de combustível internos e externos, estabilizadores horizontais, *pallet* de reconhecimento e instalação dos canhões específicos à versão brasileira. As tarefas tiveram a participação de empresas do ramo, sendo subcontratadas a Mectron, a Eletromecânica Cela e a Aeroeletrônica.

3) Aermacchi: fuselagem dianteira e traseira.

Como as indústrias italiana e brasileira detinham a tecnologia de radar de voo, para as aeronaves italianas a responsabilidade ficou com a Alenia ou a Aermacchi; e os AMX brasileiros utilizaram o SCP-01, desenvolvido pela empresa brasileira Mectron.

Prototipação

Seis protótipos foram produzidos, dois no Brasil e quatro na Itália. O primeiro (MM X594) conheceu os céus da Itália em 15 de maio de 1984, conduzido pelo piloto de provas italiano Manlio Quarantelli. Em 30 de maio de 1984, este protótipo explodiu no solo após uma pane por falta de alimentação de ar na turbina durante a aproximação para o pouso, acidente que custou a vida de Quarantelli (Cunha, 2012).

Para substituir o primeiro protótipo, foi construído mais um, o MM X597, que voou pela primeira vez em maio de 1985. Além desse, foram produzidos e testados com sucesso cinco protótipos até dezembro de 1986, sendo o quarto fabricado pela Embraer (Loureiro, 1986).

Produção

Em termos quantitativos, o planejamento da produção foi distribuído da seguinte maneira: a Aeritalia produziria 125 aeronaves em Turim; a Aermacchi, 62 aeronaves em Varese; e a Embraer, 79 aeronaves em São José dos Campos. O AMX A-1 tornou-se operacional em 1989, e o primeiro caça da série de produção fez seu primeiro voo em 11 de maio de 1989. Em 14 de março de 1990, foi declarada operacional a variante de treinamento, o AMX-T.

Problemas no orçamento fizeram com que a FAB reduzisse sua compra de 79 para 56 aeronaves, sendo 41 A-1 (monoposto) e A-1B (biposto) e 15 RA-1 (reconhecimento). Na Itália, foram produzidas ao todo 136 aeronaves, que equipam a FAI.

Pequeno e ágil, o AMX A-1 custa US$ 18 milhões e incorpora 35 sistemas de processamento informatizado e sistemas integrados.

Operação e modernização

No Brasil, os A-1 e A-1B equipam os esquadrões 1º/16º GAv (Esquadrão Adelfi) e 3º/10º GAv (Esquadrão Centauro). O 1º/10º GAv (Esquadrão Poker – reconhecimento) substituirá seus RT-26 Xavante pelos RA-1. Os AMX brasileiros, atualmente, passam por um programa de modernização de meia-vida, substituindo os principais itens aviônicos por outros mais avançados, produzidos pela Aeroeletrônica, com tecnologia da empresa israelense Elbit Systems (Sistemas de Armas, 2009). Esses aviônicos serão os mesmos a serem utilizados pelos novos ALX e pelos F-5BR.

Os AMX italianos tiveram a oportunidade de integrar as forças da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan) em 1999, quando a aeronave teve seu batismo de fogo sob os céus da Europa, na operação aliada empreendida para acabar com a opressão da Sérvia sobre Kossovo (Cunha, 2012).

O desempenho operacional foi excepcional, as aeronaves apresentaram elevada disponibilidade e ótima efetividade nas missões em que tomaram parte. Não houve uma perda sequer, e foram destruídos alvos em território relativamente bem defendido, sem nenhuma baixa.

Sob o ponto de vista comercial, o AMX não foi o sucesso esperado. Em sua forma original, foi vendido apenas para os dois países participantes do programa. A Embraer, com base em seu trabalho de atualização dos A-1 brasileiros – os quais apresentarão aviônica comum com os Embraer A/AT-29 e F-5BR –, é a empresa líder do desenvolvimento dessa nova versão.

Variantes

A versatilidade da aeronave, bem como o seu sucesso operacional, levou com facilidade à inovação por aperfeiçoamento, assim como por demandas especializadas (Cunha, 2012). Isso pode ser observado nas inúmeras versões já desenvolvidas da aeronave, que são:

- o AMX A-1, que opera na função de ataque, interdição e reconhecimento;
- o AMX-T, variante subsônica de treinamento avançado, que possui um segundo posto em tandem e controle dual;
- o AMX-R (RA-1, no Brasil), variante de reconhecimento tático equipado com três diferentes tipos de sistemas fotográficos diurnos ou noturnos;
- o Super AMX, variante mais recente, que contemplou modernizações nos aviônicos (HUD, HOTAS, GPS, contramedidas automáticas, HMD, radar) e recebeu o turborreator EJ-200 da Eurojet (uma variante da turbina do Eurofighter EF-2000 sem pós-combustão);
- o AMX-ATA, variante do AMX-T com aviônicos e subsistemas providos pela Elbit de Israel, radar Alenia Scipio SCP-01 (o mesmo do A-1), com total capacidade de executar missão real de ataque; e
- o AMX-E, variante do AMX-ATA com sistema para guerra eletrônica.

Ensinamentos do Programa AMX

O Programa AMX foi, na verdade, um programa misto de obtenção de tecnologia, começando como transferência e finalizando como cooperação. A indústria nacional participou do desenvolvimento, mas, para tanto, teve de conhecer com relativa profundidade os componentes fabricados pelas outras empresas participantes do consórcio, a fim de que a aeronave se formasse coerentemente, como um todo.

O AMX foi desenvolvido em 1982 como uma aeronave de ataque e bombardeiro que iria substituir os velhos Fiat G-91 na FAI, nas funções de ataque e de reconhecimento. Como precisava de uma aeronave de ataque para ocupar o lugar dos já ineficientes Xavantes, o Brasil acabou por aproveitar a oportunidade de participar do desenvolvimento do AMX com as empresas italianas para obter uma aeronave com mais eficiência e que permitiria ao Brasil absorver a tecnologia e o *know-how* na construção de aeronaves modernas de combate.

Assim, pode-se dizer que o programa foi um sucesso, apesar da pobreza das vendas. O fato é que não se pode julgar o benefício de um programa desse porte apenas sob a ótica comercial. Além de obter outro produto, que se adicionou ao seu acervo, a Embraer manteve sua equipe em contínuo emprego e em busca da inovação. Além disso, a participação no Programa AMX permitiu à empresa, sem maiores esforços, se dedicar a outros programas que utilizaram as tecnologias absorvidas, como é o caso do ERJ-145, o maior sucesso comercial da empresa. Assim, o retorno a partir dos gastos no Programa AMX foi extraordinário.

Outros pontos positivos e dignos de nota foram os esforços realizados pela Mectron – que projetou e produziu no país o radar da aeronave brasileira –, bem como pela Aeroespacial – que introduziu nas aeronaves nacionais novos aviônicos, baseados em barramento aeronáutico 1553.

Estudo de caso 4: o míssil A-Darter

No cenário missilístico, Brasil e África do Sul estabeleceram um Programa de Cooperação, efetivado em janeiro de 2006, para o desenvolvimento de um míssil ar-ar de quinta geração com guiamento IV (infravermelho).

O investimento conjunto para o desenvolvimento do projeto, segundo a FAB, é de aproximadamente US$ 130 milhões, sendo US$ 52 milhões do Brasil (Sistemas de Armas, 2009). O governo brasileiro investirá, ainda, na capacitação da indústria nacional e em transferência de tecnologia em torno de US$ 109 milhões. Os recursos são financiados em parte pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e pela Agência Brasileira da Inovação – Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Participantes

A África do Sul tem como participantes do projeto dois grandes conglomerados de defesa: a Armscor e a Denel Ltd. O Brasil entrou no projeto por meio do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), que trouxe para o mesmo empresas ligadas a esse tipo de desenvolvimento, em especial a Mectron, a Avibras e a Opto Eletrônica (Poder Aéreo, 2012).

O processo de concepção

A primeira fase de desenvolvimento do míssil pelo Brasil incluiu a absorção de tecnologia até se chegar ao nível da África do Sul, que estava mais à frente no desenvolvimento deste tipo de projeto. A fase seguinte, já iniciada, consiste na reprodução dos sistemas do míssil no Brasil e na adequação industrial do projeto para o desenvolvimento de uma versão brasileira, adaptada às necessidades da FAB. O Programa do A-Darter é semelhante ao AMX. "A diferença é que, no caso do A-Darter, os dois países terão autonomia para fazer o míssil completo", explica o presidente da Avibras (*op. cit.*).

Desde 2007, uma equipe de dezenove militares da FAB, entre engenheiros das áreas de sistemas, aeronáutica, mecânica e eletrônica, permanece na África do Sul participando do programa (Poder Aéreo, 2010). Outros profissionais brasileiros das empresas Mectron, Avibras e Opto Eletrônica também participam do projeto, desenvolvido nas instalações da empresa sul-africana Denel Dynamics.

Complementando a equipe de nivelamento tecnológico, o Brasil tem empregado o "grupo espelho". Como visto na subseção 4.2.1, compreende-se por "grupo espelho" um conjunto de técnicos que formam uma equipe que duplica outra em operação, cumprindo, dessa maneira, várias finalidades de importância vital.

Testes e ensaios de desenvolvimento

Um caça Gripen D da Força Aérea da África do Sul realizou o primeiro disparo real de um míssil ar-ar de curto alcance A-Darter no final do mês de julho de 2010, assegurando o sucesso no seu programa de desenvolvimento (De Martini, 2010). Os testes de lançamento da nova arma foram realizados na área de tiro Overberg na África do Sul, tendo sido executados para demonstrar a manobrabilidade e as características do míssil em altos G, além da capacidade de seu buscador (*seeker*) em identificar alvos.

Dessa maneira foi concluída com sucesso pela Saab uma importante etapa do programa de mísseis A-Darter, quando os primeiros testes de disparo realizados comprovaram a integração entre o míssil e a aeronave Gripen. Segundo Ulf Nilsson, responsável pelo programa Gripen na Saab (Poder Aéreo, 2010), "os testes de disparo estabeleceram um importante marco no programa Gripen".

De acordo com apresentação feita no fim de 2009 pelo MD sobre Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas, no contexto da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) do governo federal, o projeto tinha 75% do seu desenvolvimento concluído, incluindo os protótipos, o lote piloto e a sua certificação. A próxima etapa é a industrialização do míssil, que deverá ter uma versão brasileira, mas intercambiável com o equipamento produzido na África do Sul.

Perspectivas de produção

As atividades de produção deverão começar em 2013, com a FAB esperando a entrada em serviço em 2014. A Avibras e a Mectron têm grandes esperanças no potencial de exportação do A-Darter (Poder Aéreo, 2010). Essa expectativa não parece exagerada: o míssil pode ser utilizado por uma quantidade substancial de aeronaves, ao mesmo tempo em que sua utilização não está cerceada por países mais desenvolvidos, as quais são aplicáveis a vários dos seus competidores.

O presidente da Avibras, Sami Hassuani, acredita que, inicialmente, de cem a duzentas unidades poderão ser vendidas a clientes internacionais, com o Paquistão sendo visto como principal candidato (*op. cit.*).

Ensinamentos do Programa A-Darter

O Projeto A-Darter está na rota de ser bem-sucedido. O protótipo obtido vem sendo submetido a testes com resultados positivos de integração com a aeronave (no caso, o caça Gripen).

O projeto é significativo para o Brasil por ter sido o primeiro programa de tecnologia de defesa a receber fundos não apenas do MD, sendo financiado também pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Ao final do processo de desenvolvimento cooperativo com a África do Sul, o Brasil estará habilitado na obtenção de mísseis ar-ar de quinta geração, tanto no ciclo de desenvolvimento quanto no de produção. A FAB realizará um salto tecnológico da terceira para a quinta geração.

Segundo Mário Stefani, diretor da Opto Eletrônica, o Brasil trabalha para obter uma solução tecnológica autônoma, de modo a não depender de componentes estrangeiros. Essa estratégia foi tão positiva que o custo de desenvolvimento do míssil representa um terço dos custos históricos de programas similares em outros países. Outra vantagem importante do A-Darter é que a Denel Dynamics é uma fornecedora independente, sem restrições políticas como aquelas existentes para os mísseis americanos.

O sucesso do desenvolvimento do A-Darter levou o Brasil a participar de um segundo projeto de cooperação internacional na área de mísseis, o míssil antirradiação MAR-1, para defesa contra baterias antiaéreas. O MAR-1 está finalizando a fase de desenvolvimento em um programa encomendado pela FAB e também será adquirido pelo governo do Paquistão, que deverá arcar com 50% dos investimentos previstos para a fase de industrialização e logística, segundo informou o brigadeiro Venâncio Gomes, do DCTA (Poder Aéreo, 2008).

Segundo a FAB, o programa do míssil A-Darter trará para o Brasil ganhos de conhecimento em tecnologias de detecção infravermelho, redes neurais no apoio à decisão, simulação de ambientes dinâmicos, ótica de alta precisão, controle e navegação, entre outras. “As empresas nacionais são responsáveis pela reprodução de subsistemas do míssil e, para isso, têm acesso aos dados do projeto e recebem capacitação para serem fornecedoras” (Poder Aéreo, 2012), informou a FAB.

Segundo a Aeronáutica, a principal vantagem do Projeto A-Darter para as empresas brasileiras é conferir-lhes a chance de participar do mercado mundial de exportação com um produto restrito e de alta tecnologia. "Abre-se ao parque industrial brasileiro a chance de vender produtos comparáveis aos disponíveis nos países desenvolvidos e que permanecem inacessíveis à maioria das Forças Armadas do mundo" (Poder Aéreo, 2010).

Estudo de caso 5: o veículo leve aerotransportado Gaúcho

O projeto para o desenvolvimento de um veículo leve aerotransportado foi idealizado e realizado por funcionários das oficinas da Base de Apoio Logístico e do Esquadrão de Exploração de Cavalaria Blindado 11 Coronel Juan Pascual Pringles, ambos localizados em Río Gallegos, capital da província argentina de Santa Cruz. A base está subordinada à Brigada Mecanizada XI, e o esquadrão é uma subunidade independente da Força de Cavalaria do Exército Argentino.

Em fins de outubro de 2004, Argentina e Brasil anunciaram, durante o Simpósio de Investigación y Producción para la Defensa (Simprode), em Buenos Aires, o Acordo de Cooperação Científico e Tecnológico para o desenvolvimento conjunto de uma viatura que pudesse ser transportada por via aérea. No Brasil, este veículo passou a ser denominado Viatura Leve de Emprego Geral Aerotransportável (VLEGA).

Participantes

Participaram, pelo lado argentino:

- Exército Argentino:
  - Brigada Mecanizada XI;
  - Esquadrão de Exploração de Cavalaria Blindado 11 Coronel Juan Pascual Pringles; e
  - Dirección de Investigación, Desarrollo y Producción del Ejército (DIDEP).
- Universidade de La Plata; e

- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Participaram, do lado brasileiro:

- Exército Brasileiro:
  - CTEx – responsável pela P&D;
  - Arsenal de Guerra do Rio (AGR) – responsável pela fabricação do protótipo; e
  - CAEx – responsável pela avaliação do protótipo.
- Empresa: Columbus, Comércio, Importação e Exportação Ltda.

Motivações

O Brasil e a Argentina possuem extensos territórios, como a Amazônia e a Patagônia. O veículo Gaúcho faz parte de um conjunto de meios militares com características operacionais adequadas para conferir mobilidade, flexibilidade, elasticidade e rapidez às forças paraquedistas e às forças especiais, que são forças de emprego estratégico e de ação rápida. O Gaúcho desperta o interesse de emprego operacional estratégico tanto do Exército Brasileiro quanto do Argentino.

Visão argentina

Segundo o especialista Expedito Carlos Stephani Bastos (2005), o conceito do veículo deriva

> do emprego bem sucedido de veículos "gaiola" tipo "Buggie" utilizados pelos ingleses e norte-americanos nas Guerras do Golfo ocorridas a partir de 1991 e empregados por unidades especiais que se deslocam no território hostil com grande mobilidade e rapidez, conseguindo desta forma surpreender o inimigo nos recantos mais distantes.

A escassez de água, energia e alimentos vem ganhando cada vez mais espaço em discursos de militares. Tem sido noticiada, como exemplo, a presença e a compra de terras na Argentina por estrangeiros. Segundo Sánchez (2006, p. 11) "fontes do Exército argentino assinalam que 10% do território nacional – 270.000 km² – estão vendidos a

estrangeiros e 32 milhões de hectares correspondentes às melhores terras cultiváveis do país estão à venda ou em processo de ser vendidas a investidores estrangeiros".

Também exemplo disso foi a entrevista concedida pelo comandante do Exército Argentino, general Roberto Fernando Bendini, na qual este advertiu que grupos israelenses, disfarçados de turistas, desejavam apoderar-se da Patagônia. De acordo com o general Bendini (*apud* Altermedia Info, 2006), "vemos com assombro o desenvolvimento de teorias que consideram que certas regiões do mundo não pertencem a ninguém, são espaços vazios (...) algumas mencionam concretamente entre elas a Patagônia e a Amazônia como territórios sem donos, onde nenhum Estado exerce controle algum".

O Exército Argentino está atento e, além de realizar numerosas operações militares na Patagônia, desenvolve sistemas de combate voltados para a defesa desta região. O Gaúcho atende, principalmente, a estes objetivos – e, não por acaso, foi idealizado por pessoal da província de Santa Cruz e os primeiros testes operacionais foram realizados em terrenos planos e dunas de areia da região da Patagônia.

Visão brasileira

De acordo com o major do Quadro de Engenheiros Militares (QEM) Victor Santoro Santiago, do Exército Brasileiro, gerente deste projeto,"na época do acordo científico e tecnológico entre os Exércitos do Brasil e da Argentina o projeto encontrava-se na lista de necessidades dessas Forças, a fim de atender as necessidades das tropas paraquedistas, de ação rápida e das forças especiais".[5]

Na opinião de Odilon L. de Andrade Neto, presidente da Columbus, haveria uma "obrigação"[6] de existir um desenvolvimento conjunto, sendo esta conduzida para a viatura leve aerotransportada, que atendia uma necessidade operacional dos paraquedistas.

5. Questionário respondido pelo CTEx. Rio de Janeiro, 8 de agosto de 2011.

6. Questionário respondido por Odilon L. de Andrade Neto, presidente da Columbus, empresa com interesse direto no desenvolvimento do veículo Chivunk, que está disputando a encomenda de novos carros pelo EB. São Paulo, 4 de agosto de 2011.

O Programa de Cooperação

Segundo Bastos (2005), "o veículo é um projeto conjunto de Intercâmbio Científico e Tecnológico entre os Exércitos do Brasil e da Argentina, gerado no âmbito da Força Terrestre". O autor acrescenta ainda que "o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica foi firmado entre os governos da República Argentina e da República Federativa do Brasil, em 17 de maio de 1980".

Desde fins de 2004, Brasil e Argentina vêm articulando negociações para desenvolverem, juntos, o veículo Gaúcho. No Brasil, o CTEx está conduzindo o programa; na Argentina, a Dirección de Investigación, Desarrollo y Producción del Ejército (DIDEP). Na opinião de Odilon L. de Andrade Neto, o programa de cooperação está aparentemente desbalanceado, considerando que o Brasil detém maior concentração de produção de itens automotivos (motor, câmbio etc.).[7]

Em 16 de junho de 2005, chegou ao Brasil o primeiro protótipo, a ser concluído pelo Arsenal de Guerra do Rio. Essa fase final já resultou na produção de veículos para o Exército da Argentina, os quais têm sofrido algumas alterações. De acordo com Bastos (2004), a produção do Gaúcho "para as necessidades do Exército Argentino prevê aproximadamente 200 veículos e mais de 20 já foram fabricados e distribuídos a diversas unidades".

Em 28 de março de 2006, o protótipo do Gaúcho foi, oficialmente, apresentado ao EB, na presença de seu comandante, o general de exército Francisco Roberto de Albuquerque, e do chefe do Estado-Maior do Exército Argentino, o tenente-general Roberto Fernando Bendini.

Em julho de 2006, o Gaúcho I, primeiro protótipo argentino, foi testado por diversas unidades do Exército da Argentina, nos mais variados tipos de terreno, onde percorreu, aproximadamente, 10 mil quilômetros. O protótipo partiu de Rio Gallegos, passando por Comodoro Rivadavia, Bahía Blanca, Mendoza, Córdoba, Salta, Jujuy, Resistencia e, finalmente, Paso de los Libres, fronteira com a cidade brasileira de Uruguaiana, onde foi entregue ao EB para a continuação das provas técnicas e operacionais. Segundo informativo do CTEx, em janeiro de 2007, o Gaúcho I foi

7. Questionário respondido por Odilon L. de Andrade Neto, presidente da Columbus, empresa com interesse direto no desenvolvimento do veículo Chivunk, que está disputando a encomenda de novos carros pelo EB. São Paulo, 4 de agosto de 2011.

recebido em Paso de los Libres/Uruguaiana quando ainda se encontrava em processo de avaliação no território argentino (CTEx, 2007a, p. 8).

Em junho de 2007 ocorreu na Argentina uma reunião com representantes dos dois países, na qual se definiram "itens importantes sobre seu desenvolvimento e como será sua configuração final" (Bastos, [s.d.]b).

Em 21 de setembro de 2007, o EB publicou a Portaria nº 111, na qual se criou a Comissão Permanente de Acompanhamento do Projeto Binacional de Desenvolvimento da VLEGA – Projeto Gaúcho. Ficou definido naquela portaria que o Projeto Gaúcho estava sendo conduzido pelos Exércitos do Brasil e da Argentina, os quais deveriam apresentar propostas para as seguintes definições: escopo do projeto; frequência, duração e local das reuniões bilaterais; forma de participação da iniciativa privada na fase de produção do lote piloto e na fase de produção seriada (quando for o caso); e forma de participação dos Exércitos Brasileiro e Argentino nos direitos de propriedade intelectual/industrial, inclusive no caso de eventual exploração comercial do projeto (SGEX, 2007, p. 17). Essa comissão perdurará até o fim do desenvolvimento do Projeto Gaúcho, o qual se encerrará quando o CAEx terminar de avaliar o lote piloto.

Por ocasião da visita oficial do então presidente Luiz Inácio Lula da Silva à Argentina, em 22 de fevereiro de 2008, ficou determinado que o Grupo de Trabalho Conjunto (GTC) de Defesa iniciaria suas atividades em 22 de abril do mesmo ano. De acordo com a Declaração Conjunta Brasil-Argentina (2008),

> o principal objetivo do Grupo de Trabalho Conjunto será identificar e coordenar atividades de cooperação em matéria de defesa entre o Brasil e a Argentina, tais como a cooperação das indústrias aeronáuticas, e a pesquisa, desenvolvimento e/ou produção conjuntas de equipamentos de defesa, inclusive o veículo "Gaúcho".

O oitavo artigo do Acordo Quadro de Cooperação em Matéria de Defesa entre Brasil e Argentina, de 30 de novembro de 2005, autoriza, além da assinatura de protocolos complementares nas áreas específicas de cooperação em defesa, caso seja necessário, a participação de entidades civis e militares, nos termos do Acordo Quadro. Isso tornou possível a participação de instituições civis e empresas no Projeto Gaúcho.

Em 27 de março de 2008, no âmbito do GTC, instituiu-se a seguinte composição: "Brasil: quatro militares (Estado-Maior do Exército – EME, Departamento de Ciência e Tecnologia – DCT, CTEx, CAEx) e um representante do MD; Argentina: três militares (dois do DIDEP e um do Estado Mayor General del Ejército – EMGE), um representante do MD e um representante do INTI" (Declaração Conjunta Brasil-Argentina, 2008). A Declaração Conjunta determinou que, ao longo do ano de 2008, ocorreriam três reuniões da Subcomissão Binacional para o Projeto Gaúcho, e que o início da produção industrial conjunta estaria previsto para ocorrer no primeiro semestre de 2009.

Nos dias 24 e 25 de maio de 2011 ocorreu, no CTEx, a VI Reunião do Grupo de Trabalho Conjunto Brasil-Argentina, na qual um dos objetivos era dar prosseguimento às ações referentes ao Projeto Gaúcho. Da parte da delegação argentina, estiveram presentes o chefe de gabinete do MD, Carlos Esquivel, e Mirta Iriondo, da Subsecretaria de Inovação Científica e Tecnológica do Instituto de Investigação Científica e Tecnológica para a Defesa (CITEDEF), além de oficiais generais e oficiais superiores das três Forças de ambos os países.

O Processo de concepção

Segundo o major Santoro,

> a concepção se inicia com uma análise dos Requisitos Operacionais Básicos (ROB) e Requisitos Técnicos Básicos (RTB) que a viatura deverá possuir, para que o projeto se alinhe às necessidades dos dois Exércitos. Em seguida são definidas as tarefas e responsabilidades de cada equipe para o desenvolvimento, construção e por final avaliação do protótipo.[8]

Na visão de Odilon (2011), houve desencontros e inexperiência pela parte argentina:

> O Exército Argentino, sem capacitação para desenvolver um projeto automotivo, contratou uma empresa civil, que faz carros de corrida tipo gaiola, para fazer uma viatura de emprego militar para paraquedistas. O Exército Brasileiro esperava receber uma viatura militar que seguisse os ROB e pudesse ser avaliada pela Marambaia. O resultado foi nem um carro de corrida e muito menos uma viatura militar segundo os ROB.

Talvez essa razão tenha levado o CTEx a conduzir uma licitação para o projeto brasileiro da viatura leve aerotransportada (diferente do Gaúcho), que mais tarde veio a ser chamada de Chivunk.

8. Questionário respondido pelo CTEx. Rio de Janeiro, 8 de agosto de 2011.

No informativo do CTEx, o editorial afirma que a primeira fase da montagem do protótipo do veículo Gaúcho foi concretizada na Argentina em 2005, e a conclusão da montagem foi realizada no Brasil. Depois dos primeiros testes de engenharia, no início de 2006, a viatura retornou a Buenos Aires para início da avaliação (CTEx, 2007a, p. 8).

Nesse mesmo noticiário, o CTEx publicou que, após percorrer cerca de 13 mil quilômetros em diversos terrenos, climas e condições operacionais, sob a gestão da DIDEP, a viatura retornou ao Brasil para a conclusão da avaliação, de acordo com as normas e procedimentos da Força (*op. cit.*, p. 8). Ressalta-se que estiveram presentes na recepção militares do CTEx e do 1º Depósito de Suprimento do Centro de Importação e Exportação de Material (CIEM/1º D Sup), que dispuseram do apoio logístico da 2ª Brigada de Cavalaria Mecanizada (Brigada Charrua), localizada na cidade de Uruguaiana, e apoio aduaneiro da Delegacia da Receita Federal, além de militares do Exército Argentino.

Em 22 e 23 de abril de 2008, o capitão QEM Márcio Gomes, representando o CTEx, participou da reunião da Subcomissão Binacional para o Projeto Gaúcho, na sede do MD da Argentina e no Comando de Arsenais, em Buenos Aires. De acordo com o major QEM Santoro (*apud* CTEx, 2008, p. 4),

> a agenda dessa Subcomissão incluiu aspectos técnicos, gerenciais, administrativos e jurídicos referentes à avaliação e à produção do lote-piloto do Gaúcho. Os representantes dos dois países na Subcomissão visitaram as instalações do Batallón de Arsenales 601, onde se encontra a linha de montagem da viatura Gaúcho; e as pistas de testes do Batallón de Arsenales 602. Além disso, foram presenciadas demonstrações de transposição de obstáculos pelos protótipos do veículo Gaúcho.

Durante estas reuniões, o CTEx presenciou a demonstração do Gaúcho na pista de testes com obstáculo senoidal.

Testes e ensaios de desenvolvimento

Foram realizados no CAEx e na Argentina os seguintes testes:

- velocidade final;
- aceleração;

- frenagem;
- transposição de vau; e
- rampa.

Principais tecnologias contidas no veículo

- capacidade de empilhamento;
- lançamento de paraquedas; e
- tração total.

Dificuldades enfrentadas

O CTEx afirma que

> foram encontradas dificuldades relacionadas com a demora no processo de tomada de decisão do projeto, visto a lentidão inerente à distância das equipes de projeto e do canal de comunicação. Outro fator é relativo à lentidão nos trâmites legais para exportação e importação de material entre o Brasil e a Argentina, que geram atrasos nas previsões do projeto.[9]

O presidente da Columbus, Odilon, aponta as seguintes dificuldades: maturidade em diferentes níveis quanto ao desenvolvimento de projetos de viaturas militares; inexperiência em logística; e leis de aduana diferentes.

De acordo com o *site* especializado Defesa Net (2011b), o CTEx, principal órgão responsável pela pesquisa e desenvolvimento de projetos tecnológicos da Força, administra anualmente R$ 20 milhões em seu orçamento. "O CTEx vale-se hoje de convênios com a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) – responsável por 70% dos recursos e maior parceira nos últimos cinco anos –, e a Faperj (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro)" (Defesa Net, 2011b). O Projeto Gaúcho é um dos que são, financeiramente, desenvolvidos sem o auxílio de instituições públicas de fomento de pesquisa, contando, ao que tudo indica, com o orçamento da própria Força.

9. Questionário respondido pelo CTEx. Rio de Janeiro, 8 de agosto de 2011.

Custos

O CTEx afirma que, em função de o programa não ter chegado ao estágio final, não é possível estimar os custos. Contudo, o *site* Defesa Net afirma que o protótipo brasileiro do Gaúcho custou R$ 270 mil. Este *site* ressalta que, embora tenha sido adquirido por este valor, o protótipo "deve baixar cerca de 30% com a escala de produção" (Defesa Net, 2011b), o que resultaria num valor aproximado de R$ 189 mil por unidade.

Perspectivas de produção em série

De acordo com o CTEx,[10] "não há perspectivas de produção em série. O acordo prevê apenas as etapas de P&D do protótipo e do lote-piloto". De fato, a Declaração Conjunta Brasil-Argentina de 2008 determinou que a produção industrial conjunta tivesse início no primeiro semestre de 2009, mas não citou o fato de esta produção ser em série ou não. Isso permite que o EB julgue a viabilidade de maiores aquisições em série da viatura em questão.

Avaliação do Projeto Gaúcho e o papel da viatura Chivunk no programa

Na visão do CTEx, os principais pontos relacionados ao Programa Gaúcho são.

1) Pontos positivos do Programa Gaúcho: a interação com a equipe argentina, com relação à experiência em projeto de viaturas e, por consequência, o conhecimento agregado.

2) Pontos negativos do programa: não há.

3) Tecnologia transferida: a tecnologia empregada já é conhecida, portanto não há tecnologia a ser transferida.

4) Retorno dos gastos brasileiros: o conhecimento adquirido e a formação de recursos humanos.

5) Repercussão do programa na BID nacional: não há impacto na BID, visto que não há previsão de produção seriada de tal viatura.

10. Questionário respondido pelo CTex. Rio de Janeiro, 8 de agosto de 2011.

6) O programa e a END (BID e capacitação): a END foi formada depois da implantação do Programa.

Do ponto de vista da cooperação internacional, o desenvolvimento do programa sugere que:

- quando o peso político-econômico é o mesmo ou os interesses na construção são afins, há flexibilidade e maleabilidade no desenvolvimento do projeto pós-assinatura dos contratos; e

- o intercâmbio de material bélico entre dois países indica o tipo de relação estratégica que existe entre eles.

Ao que parece, mais do que justificativa orçamentária do EB, há uma pressão interna que demonstra existir uma disputa por outro veículo leve de emprego geral aerotransportável, de fabricação inteiramente nacional, o Chivunk (cujo nome é o grito de guerra das unidades paraquedistas do EB). Este veículo atendeu a todas as expectativas da Força e passou por todas as avaliações do CAEx. Além disso, o projeto inicial remonta ao ano de 2003, quando um grupo de engenheiros do então Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército (IPD) iniciou o desenvolvimento de um protótipo, do qual pesquisas contínuas deram origem ao Chivunk.

O protótipo teve sua construção finalizada no AGSP, com participação da empresa Columbus, Comércio, Importação e Exportação Ltda., e foi especialmente desenvolvido para atender às necessidades das Forças de Ação Rápida do EB. Afirma-se que o Chivunk, desenvolvido dentro do CTEx, foi criado a partir de especificações dos próprios paraquedistas. E, assim como o Gaúcho, pode ser transportado e lançado de paraquedas ou em voo de baixa altura de aeronaves como o Hercules C-130 da FAB.

No já citado informativo do CTEx de junho de 2007, o próprio EB apresenta o artigo intitulado "Viatura Chivunk – peso *versus* preço" (CTEx, 2007a, p. 8), em que demonstra, como disposto no quadro 2, o valor das principais viaturas leves de emprego geral aerotransportáveis e as compara com o Chivunk.

QUADRO 2
Comparação entre viaturas similares

Classe	Viatura	Peso (kg)	Potência (cv)	Características	Custo estimado (R$ mil)
VLEGA	Flyer ITV (Estados Unidos)	1.450	116	- Missões de ressuprimento, transporte de material, evacuação de feridos e lançamento de fios - Componentes especiais (projetados ou importados) - Reparo para Mtr, munição e ALAC - Aerotransportável em C–130 (empilhamento)	380
	Spider LSV (Cingapura)	1.600	132		
	Chivunk (Brasil)	2.300	132	- Missões de ressuprimento, transporte de material, evacuação de feridos e lançamento de fios - Componentes padronizados nacionais - Reparo para Mtr, munição e ALAC - Aerotransportável em C–130 (empilhamento)	180

Fonte: Inácio (2007).

O fato de esta tabela não conter as características nem o valor do veículo Gaúcho permite concluir que, embora o EB demonstre plena interação e cooperação com os argentinos e seja consciente da importância política do desenvolvimento do programa binacional, a preferência de produção em série de parte das forças paraquedistas do EB é pelo Chivunk.

Acredita-se que, além de fortalecer a relação do Exército com a indústria nacional, a produção em série do veículo Chivunk contribui para a revitalização da BID brasileira. Contudo, o Gaúcho, além de fortalecer a relação do Exército com a indústria nacional e revitalizar a BID nacional, fortalece a relação política, econômica e estratégica regional.

O fato de o Gaúcho ser um desenvolvimento com componentes exclusivos do Mercado Comum do Sul (Mercosul) tem atraído o interesse de outros países da região, como o Uruguai. De acordo com o coronel Amílcar Peláez (2009, p. 9), do Exército Nacional do Uruguai, no Simpósio Posibilidades para Uruguay de Integrarse a la Industria de Defensa Regional, comprar equipamento militar na região, no marco de acordos especiais de cooperação industrial, poderia representar para o Uruguai muitas vantagens, tais como:

- reforço dos vínculos comerciais com a região;
- reforço da amizade e da confiança mútua com os países da zona;
- redução dos custos de aquisição no marco de acordos de cooperação;

- redução dos custos de transporte devido à proximidade geográfica do provedor;
- disponibilidade de apoio técnico e serviço pós-venda na região; e
- melhoria da interoperabilidade das Forças Armadas da região.

Do ponto de vista do coronel Amílcar Peláez, para o Uruguai, o Gaúcho tem importância estratégica: pela possibilidade de prover autopartes produzidas no Uruguai; por poder importar os veículos desarmados para montá-los dentro do próprio país, o que reduz os custos de importação e minimiza a saída de divisas; e pela capacidade de operar de forma eficiente com Forças de outros países, o que ele considera vital para o êxito das operações combinadas, principalmente em operações humanitárias. Amílcar enfatiza que, com a possibilidade de o Gaúcho ser montado e blindado no Uruguai, este poderia ser exportado a qualquer parte do mundo com certificação internacional, o que conferiria um importante valor agregado a este produto *Made in Mercosur*.

Ensinamentos do Programa Gaúcho

O Programa Gaúcho assume as características de um desenvolvimento cooperativo entre Brasil e Argentina. As chances de sucesso desse programa estão se reduzindo com o passar do tempo, sem ações claras que promovam o seu avanço, proporcionando ao Chivunk a oportunidade de substituí-lo como veículo aerotransportável do EB. O cerne da insegurança da posição do Gaúcho reside na dificuldade de se atender aos Requisitos Operacionais e Técnicos estabelecidos pelo EB, referentes a seu veículo para tropas paraquedistas e forças especiais.

Dos termos desta análise, conclui-se que o planejamento não previu que o desenvolvimento cooperativo deveria ser sequenciado, com a primeira fase respondendo pela absorção tecnológica por parte da Argentina. A indústria de defesa argentina não possui tradição tecnológica relacionada com blindados sobre rodas, conhecimento, por sua vez, dominado pela engenharia de defesa brasileira. Assim, pode-se concluir que o planejamento do Programa Gaúcho careceu de especificar atividades que poderiam possibilitar, numa primeira fase, a absorção de tecnologia referente a blindados sobre rodas pela engenharia argentina. O sucesso de um programa de desenvolvimento cooperativo depende diretamente da absorção da tecnologia de nivelamento por parte do parceiro com menor experiência.

4.2.2 Desenvolvimento cooperativo internacional (DCI) em nível empresarial

O DCI em nível empresarial fundamenta-se no campo econômico, ao passo que em nível governamental baseia-se na política e na economia.

O DCI em nível empresarial é realizado com uma empresa estrangeira que tenha um elevado nível tecnológico e que esteja atraída pela realização de um bom negócio. É uma atitude gerencial que explora tão somente o campo econômico. É diferente do DCI em nível governamental, porque este tem a motivação estruturada no campo político-econômico.

Esse processo de obtenção da tecnologia militar não é um programa de cooperação, mas sim uma contratação de serviços. Evidentemente, para a empresa estrangeira ser contratada, precisa dominar certas tecnologias críticas mais importantes do que o recipiente.

O planejamento de execução do processo em duas fases é importante para a preparação do agente recipiente, assim como permanece recomendável o emprego do "grupo espelho". A cooperação empresarial, como no DCI governamental, é um desenvolvimento do tipo autônomo.

Nessas características repousam as profundas diferenças entre os dois processos de obtenção de tecnologia militar baseados na cooperação estrangeira.

Estudo de caso 6: veículo anfíbio para transporte de tropas Guarani

A falência da Engesa, ocorrida no início da década de 1990, deixou o Brasil desprovido de uma empresa fabricante de blindados sobre rodas. No sentido de desenvolver novamente a capacidade de produzir viaturas blindadas anfíbias no país, era necessário estimular e fomentar a BID brasileira. Para atingir esse propósito, o EB emitiu os Requisitos Operacionais Básicos nº 09/1999 – VBTP-MR, que descrevem o desempenho operacional exigido para uma nova família de carros blindados sobre rodas.

O Programa Guarani objetivou o desenvolvimento da VBTP-MR para substituir a viatura Urutu. O desenvolvimento do blindado Guarani ocorreu mediante parceria

da engenharia do EB com a empresa italiana Iveco. A caracterização dessa parceria como um desenvolvimento cooperativo internacional resulta da transferência de conhecimentos da sede da empresa, na Itália, para a Iveco no Brasil.

Motivações

A motivação para realizar o Programa da Família de Blindados Média de Rodas (FBMR) foi a obtenção de uma plataforma-base veicular no estado da arte, que atendesse aos requisitos do Exército[11] e que contribuísse de forma significativa para o incremento da operacionalidade da Força Terrestre. Outra motivação foi a de contribuir para o fomento da indústria nacional de defesa, que decorresse do desenvolvimento de uma grande cadeia de fornecedores locais.

O Programa de Cooperação

Não se trata de um programa de cooperação, e sim de uma contratação de empresa baseada no inciso XXVIII do Artigo 24 da Lei nº 8.666. O EB realizou um processo de seleção de empresas para desenvolver e produzir no país, em parceria com a engenharia militar, uma viatura blindada para transporte de pessoal que atendesse aos seus requisitos técnicos e operacionais, com índice de 60% de nacionalização. O pacote de dados técnicos é do EB, assim como toda a propriedade intelectual gerada. A empresa vencedora foi a Iveco, instalada em Sete Lagoas-MG.

Os participantes pela Itália

A empresa integradora Iveco Latin America, sediada em Sete Lagoas-MG, usa a *expertise* em viaturas blindadas de rodas da Iveco Defence Vehicles (Bolzano-Itália).

Há outras empresas sediadas no Brasil que usam conhecimentos de outros núcleos situados no exterior. Como exemplo, tem-se a AEL Sistemas (Porto Alegre-RS), responsável pela nacionalização do Sistema de Armas de Canhão Automático de 30x173mm UT-30BR, que usa *expertise* da Elbit Systems (Israel). Outro exemplo é a transferência de tecnologia do IBD (Alemanha) para o Grupo Inbra na fabricação do *spall linner* das VBTP-MR.

11. ROB e RTB.

Atualmente, busca-se uma empresa brasileira para ser responsável pelo Sistema de Comando e Controle (C2). Como exemplo, há a Omnisys, de São Bernardo do Campo-SP, que pertence ao grupo da Thales (França), que poderia realizar este serviço. Cabe comentar que a referida empresa já está nacionalizando o roteador SOTAS da Thales, componente fundamental para o C2 da FBMR.

Os participantes pelo Brasil

Podem-se destacar:

- Iveco Latin America;
- AEL Sistemas;
- Grupo Inbra;
- ZF do Brasil (Sorocaba-SP);
- FPT (Sete Lagoas-MG);
- Hutchinson (Monte Alto-SP); e
- ArvinMeritor (Osasco-SP).

Com o desenrolar do programa, haverá mais fornecedores nacionais.

O processo de concepção

Uma equipe de engenheiros militares do EB elaborou o Projeto Preliminar, que consistiu na concepção inicial do veículo Guarani, o que, posteriormente, muito contribuiu para a elaboração do Projeto Básico e do Projeto Executivo. A empresa vencedora do processo de seleção realizou uma análise do projeto, que resultou no seu aperfeiçoamento.

A elaboração do Projeto Preliminar por engenheiros militares comprova que ocorreu a absorção de tecnologia no setor de carros de transporte de tropas anfíbios.

O Carro de Combate Iveco

A VBTP-MR Guarani partiu das seguintes premissas:

- viatura nova, desenvolvida de acordo com os requisitos do EB e com multifunção;
- propriedade intelectual gerada do EB;
- posse do Pacote de Dados Técnicos do EB;
- transferência de *know-how* para o Brasil;
- possibilidade de exportação;
- máximo de peças comuns nas nove versões da Família Média;
- uso, ao máximo, de peças preexistentes e tecnologias duais;
- adotar 6x6, com esterçamento em dois eixos, facilitando a migração para 8x8; e
- desenvolvimento de fornecedores nacionais (desafio: qualidade x preço x pouca quantidade).

Principais características da VBTP-MR:

- anfíbio com 18 toneladas;
- mede 6,91 m de comprimento, 2,7 m de largura e 2,34 m de altura;
- capacidade para onze indivíduos: comandante, motorista, atirador e oito elementos da tropa;
- alto índice de nacionalização;
- simplicidade e robustez;

- elevada mobilidade – tática e estratégica;
- aerotransportável em C-130 ou KC-390;
- anfíbio;
- ergonomia (antropometria padrão internacional);
- elevada proteção – balística e antiminas;
- baixas assinaturas – principalmente radar e térmica; e
- aplicação de tecnologias no estado da arte.

Testes e ensaios de desenvolvimento

Os primeiros testes realizados foram os chamados testes de engenharia. A Iveco os realizou inicialmente em Caxias do Sul-RS (frenagem, aceleração, velocidade máxima, raio de giro, rampa etc.) e, depois, no próprio CAEx. Os testes balísticos para certificação do nível de proteção da VBTP-MR foram feitos em outro protótipo (simulacro) no IBD, na Alemanha. Atualmente, o carro está em avaliação pelo EB no CAEx.

Dificuldades enfrentadas

Sempre ocorrem dificuldades, tais como:

- atendimento de requisitos estabelecidos pelo EB, por vezes, conflitantes (por exemplo: anfíbio x proteção x assinaturas x capacidade de carga);
- inexperiência de empresas brasileiras fabricantes de produtos civis em tratar com produtos controlados pelo Exército;
- constantes mudanças de prioridades do Exército;
- dificuldade dos atores do setor de defesa do Brasil em "aceitar a realidade" de um mundo transnacional e globalizado;

- necessidade de aumento do orçamento do Exército visando adquirir e manter a FBMR nos próximos anos; e

- em função de demanda insuficiente, algumas tecnologias não foram internalizadas no país. Por exemplo: blindagem adicional (*add-on*), proteção antiminas.

Principais tecnologias contidas no veículo

As principais tecnologias contidas no blindado Iveco (transferidas e não transferidas) são:

- proteção (estrutural, *spall linner* e *add-on*):
  - aços balísticos;
  - aramida (Kevlar);
  - materiais cerâmicos;
  - compostos ("sanduíches"); e
  - assentos antiminas.
- eletroeletrônica embarcada:
  - integração => *hardware* e *software*;
  - compatibilidade eletromagnética;
  - C4ISR (*command*, *control*, *communications*, *computers*, *intelligence*, *surveillance and reconnaissance*) => rádio (voz e dados);
  - plataforma veicular => sensores (posição, temperatura, pressão); atuadores; sistema elétrico/CAN; *Onboard Diagnostics*; e ABS;
  - sistema de armas => giroscópios (estabilização); visão noturna; telemetria *laser*; navegação inercial; detecção *laser*; detecção e extinção de incêndio; e computador de controle de tiro.

- sistema de suspensão: independente, tipo McPherson, com atuadores hidropneumáticos;
- sistema de freios: a disco nas seis rodas, com ABS;
- *Central Tire Inflation System* (CTIS) acionado pelo motorista;
- proteção QBN:
  - filtros *specialism*;
  - sensores de detecção QBN;
  - integrado ao ar condicionado, à admissão de ar do motor e à admissão de ar da tropa.
- ar-condicionado;
- visão noturna para o motorista;
- sistema de navegação anfíbia;
- duas câmeras (dianteira e traseira); e
- sistema automático de detecção e extinção de incêndio.

Custos

O custo total do desenvolvimento foi de R$ 59,3 milhões, incluindo os seguintes produtos:

- projeto e fabricação de um protótipo da VBTP-MR;
- acompanhamento das avaliações do protótipo da VBTP-MR;

- fabricação de lote-piloto composto de dezesseis VBTP-MR;
- um pacote de dados técnicos;
- um conjunto do ferramental de produção;
- Sistemas de Armas: três Sistemas de Armas de Canhão Automático 30x173mm UT-30BR e treze Estações de Armas de Acionamento Manual; e
- Sistema de Comando e Controle para as dezessete VBTP-MR.

O programa total consistirá em 2.044 novos carros de transporte de pessoal, comprados por R$ 6 bilhões (R$ 2,9 milhões cada). Os veículos serão entregues até 2024, em lotes de cem por ano (Defesa BR, 2011).

Avaliação de resultados

A gerência do Programa FBMR é responsável pela integração gerencial, sendo a Iveco responsável pela integração técnica (*design authority*) dos subsistemas à viatura. Essa gerência está entregando ao Brasil uma UT-30BR (compra e transferência de tecnologia). A VBTP-MR é um produto no estado da arte, o que gera possibilidade de exportação.

O Programa FBMR está reforçando a BID. Além da Iveco, pode-se citar a AEL Sistemas, situada em Porto Alegre-RS, que está construindo uma fábrica para o Sistema de Armas UT-30BR, e a Omnisys, em São Bernardo do Campo-SP, que está fabricando o intercomunicador SOTAS. A Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC) iniciará o processo de nacionalização das munições 30x173mm do canhão do Sistema UT-30BR. Deverá ser iniciado, também, o desenvolvimento de simuladores da VBTP-MR, bem como o projeto da próxima versão de viatura da FBMR.

Ensinamentos do Programa Guarani

O Programa Guarani tomou a forma de uma estratégia para a atualização da tecnologia de veículos sobre rodas, anfíbio, para transporte de tropas. O Guarani responde pela atualização da viatura EE-11 Urutu, chegando inclusive a ser apelidado de Urutu III. Para não perder o conhecimento no setor tecnológico, o EB cumpriu importante papel no empreendimento,

desempenhando, pela divisão de funções, o gerenciamento total do programa e a formulação conceitual do veículo e da FBMR, com o estabelecimento das condicionantes doutrinárias e dos requisitos operacionais e técnicos. As tarefas mais relevantes foram a elaboração do projeto básico, do planejamento e controle das atividades e a realização dos testes do protótipo, incluindo as avaliações operacionais e técnicas. A empresa Iveco contribuiu com o projeto detalhado, a fabricação do protótipo, o acompanhamento dos testes e das avaliações, a fabricação e eventuais correções na pré-série de dezesseis carros, a logística e a fabricação seriada. Em conclusão, tanto o EB quanto a Iveco tiveram participação destacada na obtenção da tecnologia militar do veículo Guarani.

Pode-se apontar como pontos positivos do programa, segundo o general W. Cristino (2011):

- desenvolvimento do processo industrial de obtenção do aço balístico nacional;
- desenvolvimento de empresa estabelecida no país, capacitada a produzir viaturas blindadas no estado da arte, a preço competitivo;
- desenvolvimento de empresa estabelecida no país, capacitada a produzir sistemas de armas no estado da arte;
- prazos e custos significativamente menores quando comparados a programas similares;
- internalização de conhecimentos no país;
- fomento a empresas nacionais (subvenção econômica); e
- aplicação do comando e controle do Exército no Programa Guarani (gerenciamento do campo de batalha).

Pelo programa, a Iveco realizou transferência de tecnologia para o EB em nível de projeto e produção, tanto de viaturas blindadas quanto de sistemas de armas no estado da arte e integração de sistemas. A empresa italiana fez também transferência de tecnologia em nível de componentes, como soldagem de aço balístico, fabricação de

spall linner e eletroeletrônica de viaturas e sistemas de armas. A Iveco não transferiu, entre outras, *add-on* e antiminas. Outras tecnologias não foram internalizadas por falta de viabilidade econômica.

O retorno do gasto brasileiro foi positivo, mas difícil de ser quantificado. Uma viatura semelhante custa cerca de 30% a mais no mercado internacional. Cabe destacar que a compra no exterior não geraria empregos e tributos no Brasil, bem como não reforçaria a BID. E o Programa Guarani está incrementando a capacitação tecnológica e alinha-se com os objetivos estratégicos da END.

4.3 Transferência de tecnologia

Esse processo é o mais inseguro e oneroso. Inseguro por causa das dificuldades com a definição, o acompanhamento e o controle do conhecimento transferido. Dado que o comprador de tecnologia adquire o conhecimento porque não conhece a tecnologia, como comprovar que o conhecimento transferido corresponde em número, gênero e grau ao adquirido? E oneroso porque o dono do conhecimento, normalmente, despendeu muitos recursos na sua obtenção e deseja um ressarcimento muito lucrativo dos custos de desenvolvimento.

4.3.1 Conceito

Compreende-se transferência de tecnologia como o processo de transferência de conhecimentos, habilidades, métodos de fabricação de produtos e processos, entre o seu detentor e outra instituição, para tornar esta capaz de desenvolver e explorar a tecnologia em novos produtos e processos.

4.3.2 Propriedades

Conforme Longo e Moreira (2011), a compra de tecnologia é uma maneira de se obter conhecimento em curto prazo, se comparada à obtenção por desenvolvimento autônomo. De forma geral, a tecnologia em venda já foi testada e avaliada, tendo com isso minimizado o risco tecnológico.

Existe a possibilidade de a tecnologia desenvolvida pelo vendedor, e que atenda aos requisitos deste, demandar alguma adaptação para se amoldar aos requisitos

nacionais. Os prazos para ajustamento também devem ser pequenos e atrativos. Não se deve esquecer que políticos, por disputarem eleições seguidamente, são tentados a votar a favor de soluções rápidas, mesmo que mais onerosas.

Financeiramente, o fluxo de caixa correspondente à utilização da tecnologia pode ser facilitado. O pagamento posterior ao usufruto operacional possibilita o acesso a financiamentos convidativos. Se a tecnologia em venda já estiver pronta, ocorre a preponderância da certeza operacional sobre a incerteza de desenvolvimento, facilitando as condições de pagamento e a "venda" da tecnologia.

4.3.3 Condicionantes iniciais

As tecnologias militares apresentam algumas peculiaridades que complicam o processo de transferência de tecnologia, conforme enumeradas a seguir.

1) A tecnologia militar é conhecimento, sendo seu contorno, consequentemente, intangível e de difícil avaliação.

2) Por essa razão, a tecnologia militar tem uma parte implícita, incorporada ao produto ou processo, e outra parte explícita, expressão material do conhecimento que se encontram no cérebro das pessoas e em documentos como relatórios, plantas, desenhos, instruções, manuais, especificações, entre outros.

3) A tecnologia militar explícita pode ser comercializada por contratação de serviços, envolvendo projetos, consultorias, engenharias e assessorias técnicas.

Cada pessoa tem a convicção de um desempenho diferente no processo de transferência de tecnologia, podendo variar de 0% a 100%. O interlocutor vai interpretar o processo de transferência de tecnologia de acordo com a posição de observação, que pode ser de dentro ou de fora das instituições participantes. O observador pode estar envolvido no processo em rasa ou profunda atividade, ser da instituição cedente, da recebedora ou sem nenhuma interveniência no processo.

De uma maneira simbólica, um processo de transferência de tecnologia é passível de ser percebido da mesma forma como um cego examina um elefante: se o cego pega

no rabo do elefante pode pensar que se trata de uma vassoura; se apalpa a tromba, pode pensar em uma mangueira dos bombeiros; se pega na pata, pode pensar em um tronco de árvore; e finalmente se apalpa uma presa pode imaginar que se trata do gume de uma espada. Na realidade, dificilmente irá identificar um elefante nem o seu tamanho. De forma análoga, o receptor da tecnologia transferida pode ser incapaz de compreendê-la e absorvê-la de maneira integral.

O problema, evidentemente, não é apenas a opinião positiva ou negativa sobre a eventualidade de ter ocorrido uma transferência parcial. É também encontrar as ações que irão conduzir o processo a uma solução positiva: os objetivos estabelecidos serem atingidos no prazo e no custo concertados.

O recebimento pode ser realizado por um centro de P&D ou por uma indústria de defesa. A instituição recebedora da tecnologia somente deve participar da transferência quando a tecnologia de base do produto ou o processo lhe seja familiar. Se esta condicionante não for atendida, o risco de insucesso cresce exponencialmente. Se não houver outra saída, a instituição recebedora deve se mobiliar com um grupo de engenheiros e técnicos, conhecedores da tecnologia de base, para participar do recebimento.

A verdadeira transferência só ocorre quando o agente receptor absorve o conjunto de conhecimentos que lhe permite inovar, isto é, quando domina os conhecimentos a ponto de ficar em condições de criar novas e associadas tecnologias. Para receber na devida medida a tecnologia, a equipe técnica de recebimento deve estar estruturada em qualidade e quantidade. Daí a transferência ser um problema enorme para os países em desenvolvimento.

A transferência de tecnologia é realizada mediante etapas: absorção, adaptação, aperfeiçoamento, inovação e difusão. É importante a qualidade dos elementos de definição do produto, que devem traduzir:

- as suas condicionantes operacionais;
- os ROBs;
- os RTBs;

- estudo de viabilidade técnica e financeira; e
- anteprojeto.

4.3.4 Instituições intervenientes na transferência

São instituições intervenientes no processo de transferência:

- facilitadores do processo político e financeiro de cessão (FPFC);
- facilitadores do processo técnico de cessão (FTC);
- equipe de cessão (EC);
- facilitadores do processo político e financeiro do recebimento (FPFR);
- facilitadores do processo técnico de recebimento (FTR); e
- equipe de recebimento (ER).

4.3.5 Fatores intervenientes na transferência

No campo político e financeiro:

- política favorável à cessão; e
- concordância quanto aos valores financeiros de ressarcimento dos conhecimentos transferidos.

No campo técnico:

- equipe técnica de cessão competente e conhecedora da tecnologia;
- atitude favorável da equipe técnica de cessão, com disposição para transferir o conhecimento;

- documentação adequada; e
- equipe técnica de recebimento competente e interessada.

Estudo de caso 7: os submarinos da classe Tupi

Na década de 1980, o planejamento de nacionalização de meios navais, feito pela Marinha do Brasil (MB), preconizava a aquisição de conhecimento tecnológico avançado no setor de submarinos. Pelo Projeto Costado, a estratégia era capacitar-se na construção de submarinos a propulsão nuclear mediante um processo de duas fases, em que a primeira passava pela aquisição da tecnologia de construção de submarinos convencionais à propulsão diesel-elétrica.

O programa de submarinos da classe Tupi resultou no desenvolvimento dos primeiros submarinos da força naval brasileira. Sua consecução ocorreu em uma parceria entre o Brasil e a então Alemanha Ocidental, objetivando não somente a aquisição dos submarinos mas também a obtenção do conhecimento necessário para sua construção.

Assim, a estratégia de obtenção de tecnologia militar recaiu sobre o processo de transferência de tecnologia na área de construção de submarinos, garantindo também o fornecimento de peças para manutenção e reposição. A Marinha precisava tomar muitos cuidados para garantir o empreendimento, pois esse processo requeria muita competência técnico-administrativa para ser bem-sucedido.

Participantes

Alemanha:

- Siemens: motores elétricos;
- Krupp-MAK: tubos torpedeiros;
- AEG: condutores de torpedo;
- Varta: baterias; e
- Zeiss: periscópios.

Brasil:

- MB
  - Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ):
    - casco não resistente na proa;
    - casco não resistente na popa;
    - estrutura interna das seções;
    - superestrutura do casco;
    - vela;
    - lemes;
    - demais acessórios do casco;
    - bases intermediárias;
    - jazentes de equipamentos;
    - válvulas de casco;
    - sistemas de circulação de água salgada;
    - peças de penetração do casco resistente;
    - tubulações; e
    - dique-flutuante.
- Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (NUCLEP): absorção e fabricação do casco resistente.

Motivação

O Brasil estava atrasado em relação a outros países no sentido de ser dotado de submarinos convencionais. Até o ano de 1982, países como Argentina, Colômbia, Equador, Grécia, Indonésia, Peru, Turquia e Venezuela já dispunham de submarinos IKL modelo 209.

A Guerra das Malvinas, em 1982, tornou-se palco de observação para as autoridades brasileiras. Nela, o submarino argentino San Luis, modelo IKL-209 e comissionado desde 1974, disparou dois torpedos *Special Surface Target* (SST) e um Mk, navegou em patrulha por 39 dias, dos quais por 36 manteve-se submerso no palco de operações navais, e a Royal Navy teve sérias dificuldades em detectá-lo. Finda a guerra, o governo brasileiro decidiu apoiar política e financeiramente a Marinha, tanto na construção de submarinos convencionais quanto no desenvolvimento do submarino com propulsão nuclear.

A motivação alemã passava pela necessidade de novos mercados para os produtos de sua indústria de defesa.

O Programa de Cooperação

Entre os anos de 1980 e 1981, a MB convidou proponentes da Itália, da França, da Alemanha Ocidental e da Suécia para oferecerem submarinos na faixa de 1.200 a 1.700 toneladas e que se dispusessem a transferir tecnologia para a sua construção no território brasileiro. Na lista dos requisitos essenciais para a seleção, encontravam-se o desempenho e as condições de financiamento.

A Alemanha concordou com as condicionantes estabelecidas pelo Brasil para adquirir conhecimento tecnológico avançado. O submarino alemão, o modelo 209, projetado pela empresa germânica Ingenieur Kontor Lubeck (IKL), pesava 1.400 toneladas e era construído pelo consórcio Ferrostaal/Howaldtswerken Deutsche Werft AG (HDW). Além disso, os submarinos IKL atendiam ao perfil operacional e de evolução tecnológica desejado pela Marinha.

Em agosto de 1982, o governo brasileiro propôs ao consórcio alemão Ferrostaal/HDW a aquisição de dois submarinos convencionais, um construído em

território alemão, com acompanhamento de técnicos e engenheiros brasileiros, e o outro construído no Brasil, com supervisão dos alemães.

Em dezembro desse mesmo ano, o governo da Alemanha Ocidental decidiu aprovar a solicitação da HDW acerca da venda de dois submarinos do tipo 209, de 1.400 toneladas, ao Brasil. Contudo, somente em 1984, quando Brasil e Alemanha Ocidental concluíram a parte financeira do acordo e o governo alemão conseguiu contornar as manifestações contrárias empreendidas pela oposição, no Parlamento,[12] o consórcio deu início à construção do primeiro submarino brasileiro. Assim, foram assinados dois contratos: um sobre o primeiro dos submarinos IKL, que foi construído em território alemão, no estaleiro da HDW, em Kiel, com acompanhamento de engenheiros e técnicos brasileiros; o outro, acordando que a HDW supervisionaria, em território brasileiro, a construção do segundo submarino.

Devido a problemas políticos e econômicos por parte do Brasil, o primeiro submarino só foi entregue pela HDW em 1988. Tupi foi o nome que a Marinha escolheu para designar a classe de *u-boats* que seria gradativamente entregue pelos alemães ao Brasil, bem como o nome do primeiro submarino desta classe.

Nesse contexto, a Alemanha autorizou o envio de um pacote com material de construção do segundo submarino para a cidade do Rio de Janeiro. O segundo submarino da classe tupi, construído no AMRJ, foi batizado como Tamoio e comissionado em 1994.

Em 1985, antes mesmo de os dois submarinos encomendados estarem prontos, a MB assinou outro contrato com o mesmo consórcio, encomendando mais dois submarinos IKL do tipo 209, com 1.400 toneladas. Estes também foram construídos no AMRJ, sob supervisão da HDW. Entre os anos de 1985 e 1990, a MB contratou com o consórcio alemão a realização de um programa de treinamento para a elaboração de um projeto próprio de submarino no Brasil, o Submarino Nacional (SNAC). Para esta finalidade, durante os anos de 1985 e 1986, a MB destacou cerca de trinta engenheiros para participar do treinamento. Em seguida, entre os anos 1986 e 1990, seguiu-se uma fase de concepção de projeto.

12. A oposição no Parlamento alemão era contrária à venda dos submarinos ao Brasil por este país ser suspeito de vender e/ou transferir tecnologias críticas alemãs tanto do Acordo Nuclear de 1975 quanto de componentes fornecidos por empresas militares alemãs a países do Oriente Médio, em especial a Líbia.

O projeto de construção do primeiro submarino de propulsão nuclear da MB teve início em 1979. Contudo, somente no início da década de 1980, especificamente após a Guerra das Malvinas (1982), o governo brasileiro viabilizou verbas e as instituições necessárias para que este submarino fosse concluído (Corrêa, 2010). Entre os anos de 1985 e 1990, a MB elaborou um projeto de construção de um submarino com propulsão nuclear baseado no SNAC I. Este projeto com propulsão nuclear ficou conhecido na MB como SNAC II.

Em 1986, a MB construiu as seções do casco resistente do submarino Tamoio na NUCLEP. A HDW enviou engenheiros para projetar os dispositivos e as instalações de construção. Foram instalados, também, os procedimentos de construção, controle de qualidade e testes.

O terceiro e quarto submarinos da classe Tupi foram batizados como Timbira e Tapajó, sendo o primeiro comissionado em 1996 e o segundo em 1999. As características deles são: propulsão diesel-elétrica, com quatro motores de combustão principais acoplados a geradores e um motor elétrico principal de dupla armadura que aciona o eixo propulsor.

Em 1995, a MB assinou um quarto acordo com o consórcio Ferrostaal/HDW, encomendando um quinto submarino IKL, porém do modelo 214, de 1.400 toneladas. Para esta aquisição foram assinados contratos com o consórcio alemão que previam financiamento e fornecimento de documentação, materiais e serviços para a construção, no Brasil, do novo submarino, o Tikuna. Este submarino era um projeto alemão que contou com uma pequena participação brasileira em seu desenvolvimento. De acordo com o Diretor de Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha (DPHDM), Almirante Engenheiro Naval (EN) Armando Senna Bittencourt,

> manteve-se uma certa padronização e introduziram-se modificações, baseadas na avaliação operacional, nos testes de engenharia e na experiência que a Marinha havia obtido operando os navios de superfície e submarinos destas classes [Tupi]. Esses projetos possibilitaram, também, a continuidade de aplicação das equipes brasileiras de projetistas e construtores (Bittencourt [s.d.]).

Considerando que, no submarino Tikuna, foram substituídos equipamentos descontinuados e que o Tikuna apresentou melhorias de desempenho, muitos especialistas afirmaram que essa nova classe era mais moderna e mais avançada, tecnologicamente,

do que os da classe Tupi. Conforme aponta o almirante Bittencourt, "permitirá (...) a utilização da infraestrutura de construção e apoio logístico (sobressalentes, manutenção, treinamento e documentação), já implantado na Marinha" (*op. cit.*).

Tikuna, além de ser o nome dessa nova classe de submarinos, foi o nome de batismo do quinto submarino brasileiro, com alterações no modelo original. A MB também encomendou ao mesmo estaleiro um sexto submarino IKL 214-1400, batizado como Tapuia. Porém, por problemas de orçamento, a entrega do quinto submarino foi adiada; e a do sexto, cancelada. Somente em 2005 o Tikuna teve sua primeira missão.

O processo de concepção

Durante o período de concepção do projeto em território alemão, os brasileiros tiveram autorização para acompanhar as etapas da construção e adquirir os conhecimentos técnicos necessários à realização e construção em território brasileiro.

Para que houvesse a construção do segundo submarino da classe Tupi, as instalações do AMRJ tiveram de sofrer uma profunda reformulação. O prédio que abrigava a antiga carpintaria do Arsenal foi parcialmente implodido a fim de que modernas oficinas de montagem, com pontes rolantes, fossem construídas. São elas: oficinas de estrutura, redes, máquinas, solda e eletricidade.

A NUCLEP enviou técnicos e engenheiros à Alemanha para acompanhar parte da construção do submarino Tupi.

Com base no aprendizado da construção do Tupi, o submarino Tamoio foi construído no AMRJ pelo processo de acabamento avançado, no qual o casco é dividido em seções fabricadas separadamente. Após a montagem das quatro seções, as peças foram transportadas para o dique-flutuante, onde foram unidas e soldadas. Isso permitiu que os sistemas desenvolvidos e já testados fossem implantados no submarino. Após a construção da estrutura e da implantação dos sistemas, o Tamoio ficou pronto para ser lançado e para realizar os testes e as provas de cais e de mar.

Para que os submarinos fossem lançados, era preciso: baterias ativadas e embarcadas; quadros elétricos energizados; estação hidráulica em operação; bombas de esgoto e compressores em funcionamento, em caso de necessidade; ampolas de ar de

alta pressão carregadas; conversores em operação e alimentando as cargas de bordo; e que grande parte dos sistemas já tivesse sido testada.

O Programa Tupi e o Submarino IKL 209-1400 Tupi

Em função de tantos anos em que tem buscado desenvolver o seu primeiro submarino com propulsão nuclear, a MB resolveu, na década de 1980, executar, no AMRJ, um projeto de construção de submarinos convencionais, "que visa o domínio da tecnologia do submarino convencional e à sua adaptação para propulsão nuclear" (Cavagnari Filho, 1993, p. 8). O nome que a MB atribuiu a este projeto foi Costado. Cavagnari acrescentou ainda que:

> Para tanto, ela incorporou à sua frota o primeiro submarino convencional de tecnologia avançada, o Tupi, com oito tubos de torpedo, construído na Alemanha, da classe IKL-200-1400, de propulsão diesel-elétrica. Ele servirá de modelo para a construção de mais três submarinos convencionais – o Tamoio, o Timbira e o Tapajó. Depois da construção desses três, a Marinha construirá, sucessivamente, dois submarinos de projeto nacional: o SNAC 1, que será o primeiro submarino convencional, e o SNAC 2, dotado de propulsão nuclear e armado de torpedos e mísseis de alcance tático. O submarino nuclear de que ela espera dispor na primeira década do próximo século é um submarino de ataque (*op. cit.*, p. 8).

A MB possui atualmente cinco submarinos diesel-elétricos em operação. Por causa dessas aquisições tecnológicas, o Brasil dispõe de capacidade instalada para construí-los, porém ainda não dispõe da capacidade para projetá-los. Lançado em outubro de 1993, o Tamoio foi o primeiro submarino montado no hemisfério sul.

Características do Submarino Tupi (S 30)[13]

- batimento de quilha: 8 de março de 1985;
- lançamento: 28 de abril de 1987;
- incorporação: 6 de maio de 1989;
- deslocamento: 1.150 toneladas (padrão), 1.440 toneladas (carregado em mergulho);

13. As características dos submarinos foram retiradas da página Navios de Guerra Brasileiros. Disponível em: <http://www.naviosbrasileiros.com.br/ngb/ngb-new.htm>.

- dimensões: 61,20m de comprimento, 6,20m de boca (7,60m se incluídos os hidroplanos da popa) e 5,50m de calado;

- propulsão: diesel-elétrica; quatro motores diesel de 12 cilindros MTU 12V493 TY60 de 800 hp cada, quatro geradores elétricos AEG de 420kw cada, um motor elétrico, acoplado a um eixo e uma hélice de cinco pás, gerando 5 mil hp.

- combustível: 116 toneladas;

- eletricidade: dois geradores de 1.280 kw cada;

- velocidade: máxima de 11 nós (superfície) e 21,5 nós (imersão);

- raio de ação: 10 mil milhas náuticas a 8 nós (superfície ou com *snorkel*), ou 25 milhas náuticas a 21,5 nós, 50 milhas náuticas a 16 nós, 230 milhas náuticas a 8 nós, e 400 milhas náuticas a 4 nós mergulhado, usando o motor elétrico; e cinquenta dias de autonomia;

- profundidade máxima de mergulho: 250m;

- armamento: oito tubos de torpedos de 21 polegadas (533mm), instalados na proa; e capacidade para dezesseis torpedos Mk 24 Tigerfish Mod.1 (filoguiado), ou ainda uma combinação de minas e torpedos;

- controle de armas: sistema de direção de tiro e dados táticos Ferranti KAFS A10;

- sensores: um sonar STN Atlas Elektronik CSU-83/1, composto por um sonar ativo de média frequência DBSQS-21 e dispositivos passivos laterais; um radar de navegação Thomson-CSF Calypso III; CME Thomson-CSF DR 3000U; dois periscópios Kollmorgen Mod.76 e sistema de navegação inercial Sperry Mk 29 mod.2;

- tripulação: 33 homens.

Características do Submarino Tamoio (S 31)

- batimento de quilha: 15 de julho de 1986;
- lançamento: 18 de novembro de 1993;
- incorporação: 17 de julho de 1995;
- deslocamento: 1.150 toneladas (padrão), 1.440 toneladas (carregado em mergulho);
- dimensões: 61,20m de comprimento, 6,20m de boca (7,60m se incluídos os hidroplanos da popa) e 5,50m de calado;
- propulsão: diesel-elétrica; quatro motores diesel de 12 cilindros MTU 12V493 TY60 de 800 hp cada, quatro geradores elétricos AEG de 420kw cada, um motor elétrico, acoplado a um eixo e uma hélice de cinco pás, gerando 5 mil hp.
- combustível: 116 toneladas;
- eletricidade: dois geradores de 1.280 kw cada;
- velocidade: máxima de 11 nós (superfície) e 21.5 nós (imersão);
- raio de ação: 10 mil milhas náuticas a 8 nós (superfície ou com *snorkel*), ou 25 milhas náuticas a 21.5 nós, 50 milhas náuticas a 16 nós, 230 milhas náuticas a 8 nós, e 400 milhas náuticas a 4 nós mergulhado, usando o motor elétrico; e cinquenta dias de autonomia;
- profundidade máxima de mergulho: 250 metros;
- armamento: oito tubos de torpedos de 21 polegadas (533mm), instalados na proa; e capacidade para dezesseis torpedos Mk 24 Tigerfish Mod.1 (filoguiado), ou ainda uma combinação de minas e torpedos;

- controle de armas: sistema de direção de tiro e dados táticos Ferranti KAFS A10;

- sensores: um sonar STN Atlas Elektronik CSU-83/1, composto por um sonar ativo de média frequência DBSQS-21 e dispositivos passivos laterais; um radar de navegação Thomson-CSF Calypso III; CME Thomson-CSF DR 3000U; dois periscópios Kollmorgen Mod.76 e sistema de navegação inercial Sperry Mk 29 mod.2;

- tripulação: 36 homens, sendo sete oficiais e 29 suboficiais, sargentos, cabos e marinheiros.

Características do Submarino Tikuna (S 34)

- batimento de quilha: dezembro de 1998;

- lançamento: 9 de março de 2005;

- incorporação: 16 de dezembro de 2005;

- deslocamento: 1.400 toneladas (padrão), 1.550 toneladas (carregado em mergulho);

- dimensões: 62,05m de comprimento, 6,20m de boca (7,60m se incluídos os hidroplanos da popa) e 5,50m de calado;

- propulsão: diesel-elétrica; quatro motores diesel de 12 cilindros MTU 12V396 de 940 hp cada, quatro geradores elétricos AEG, um motor elétrico, acoplado a um eixo e uma hélice de cinco pás, gerando 5 mil hp;

- velocidade: máxima de 20 nós (superfície);

- profundidade máxima de mergulho: 200 metros;

- armamento: oito tubos de torpedos de 21 polegadas (533mm), instalados na proa; e capacidade para dezesseis torpedos Mk 24 Tigerfish Mod.1 (filoguiado) ou Bofors T2000, ou ainda uma combinação de minas e torpedos;

- controle de armas: sistema de direção de tiro e dados táticos ISUS 83-13;

- sensores: dois periscópios Kollmorgen com ECM e MAGE AR-900 integrado, sonar de busca passiva/ativa, de média frequência e radar de superfície Scanter MIL-24X; e

- tripulação: 41 homens, sendo oito oficiais e 33 praças.

Testes e ensaios de desenvolvimento

As provas de mar do submarino Timbira ocorreram nos anos de 1997 e 1998. Ele mede 61,2m de comprimento, está armado com oito lançadores de torpedos e a tripulação é composta por sete oficiais e 39 praças.

Em 1998, a MB lançou e concluiu a construção do submarino Tapajó. Além disso, também iniciou os testes de cais e de mar com apoio da HDW e de empresas fabricantes alemãs.

A MB acompanhou os testes que foram realizados com os submarinos gregos. A Grécia adquiriu quatro submarinos modelos U-214 da HDW. O primeiro submarino grego, o HN Papanikolis, foi construído nos estaleiros da HDW, em Kiel, na Alemanha, e os outros três em território grego.

De acordo com informações oficiais da MB, a Marinha da Grécia informou estar satisfeita com o submarino modelo IKL e que os problemas técnicos surgidos durante as provas de mar foram resolvidos. A própria HDW, em relatório oficial, relacionou os problemas com os testes e provas do submarino grego e informou aos gregos as soluções adotadas. Os testes e as provas de mar ocorrem para identificar possíveis problemas de construção.

> Em novembro de 2005, quando o submarino Papanikolis encontrava-se atracado no porto de Kristiansand, durante suas provas de mar, uma representação da MB, composta de oficiais submarinistas e engenheiros-navais, visitou o navio e teve a oportunidade de colher as impressões do oficial grego designado para comandá-lo. Era todo elogios à qualidade e ao desempenho do submarino. Difícil entender como, pouco depois, poderia ter passado a apresentar problemas tão primários e elementares, como vibração de periscópio na insignificante velocidade de três nós (5,5km/h), entre outros (Luis Nassif Online, 2006).

A MB informou que ainda mantém relações tanto com a Marinha da Grécia quanto com a HDW a fim de inteirar-se do processo.

Em 2005, a MB lançou e concluiu a construção do submarino Tikuna e iniciou os testes de cais e de mar com apoio da HDW e, mais uma vez, de empresas alemãs fabricantes de equipamentos. O AMRJ entregou o Tikuna ao Comando da Força de Submarinos (FORSUB) em 16 de dezembro de 2005. Como analisado, este foi o quarto submarino construído em território brasileiro.

Dificuldades enfrentadas

Os anos de 1990 se por um lado representaram uma fase financeiramente crítica para a MB, por outro, significaram um período de renovação científica, em especial a segunda metade dessa década. Com a promulgação da Constituição de 1988, na qual prevalecia o Regime Jurídico Único (RJU), pessoas selecionadas e contratadas pela MB tornaram-se servidores públicos. A seleção e o contrato eram dos principais recursos de que a Marinha dispunha para flexibilizar o processo. Além disso, embora o Brasil já dispusesse de algum pessoal capacitado no setor, a escola técnica que funcionava dentro do AMRJ foi fechada, impossibilitando que a Força pudesse aproveitar melhor os técnicos formados por ela mesma. Conforme aponta o já citado diretor da DPHDM, almirante (EN) Bittencourt,

> a Marinha já havia ultrapassado a fase de "passiva utilizadora de material estrangeiro – que tradicionalmente importava ou recebia, com baixo grau de conhecimento". O problema de pessoal, no entanto, teve que ser suportado até que o Regime Jurídico Único foi alterado pelo Congresso, permitindo uma solução parcial, com a criação de um Quadro de Servidores Civis da Marinha (Bittencourt [s.d.]).

Foi graças à possibilidade de a Marinha poder contratar pessoal civil qualificado que boa parte de seus projetos, em especial os estratégicos, teve o impulso necessário para dar continuidade às pesquisas científicas e aos desenvolvimentos tecnológicos dentro da própria MB ou em instituições conveniadas. Por isso é que, nesse período, o AMRJ conseguiu prontificar três submarinos construídos em território nacional. Segundo o almirante Bittencourt, "os três primeiros submarinos construídos no Brasil tiveram o desempenho esperado, e um deles, em operação numa manobra da OTAN, demonstrou seu potencial ofensivo diante de sistemas de detecção modernos" (*op. cit.*).

Perspectivas futuras comerciais e militares

Nos anos de 1960, quando surgiram submarinos com cada vez maior alcance nas profundidades e com cada vez maior poder de ocultação, os estudiosos afirmavam que, nas décadas imediatamente posteriores, por meio deste meio flutuante, a humanidade atingiria níveis altíssimos de desenvolvimento. Supunha-se, na época, que o homem, em modernos submarinos, seria capaz de desbravar as profundezas dos oceanos para fins biológicos, científicos, exploratórios, arqueológicos, turísticos e, especialmente, militares. Os submarinos mudaram o conceito que até então vigorava sobre o controle dos oceanos. De acordo com William Nierenberg, diretor do Instituto de Oceanografia Scripps, "a questão do controle das profundezas nunca fora seriamente considerada" (Nierenberg, 1968, p. 158). De acordo com as previsões de Nierenberg,

> agora podemos examinar detalhadamente a tecnologia naval que estará aperfeiçoada, por volta da década de 1980. A tendência principal na tecnologia submarina dirigir-se-á para a operação a profundidades muito grandes e as armadas disporão de veículos habilitados a operar até no fundo do alto-mar (*op. cit.*, p. 161).

Os submarinos poderiam, assim, atingir qualquer profundidade e estariam prontos para efetuar qualquer manobra inimiga, a partir de dentro ou de fora de instalações militares, sendo tripuláveis ou não. As melhorias técnicas se configurariam mais nos equipamentos sensoriais e de comunicação do que nos de velocidade. Esses meios seriam, nas profundezas dos oceanos, responsáveis pelo controle de uma região tridimensional. Para o então capitão-de-fragata da Marinha dos Estados Unidos, George Steele, o submarino nuclear também poderia, no futuro, ser empregado comercialmente. Segundo ele,

> um submarino nuclear de passageiros seria inigualado, quanto à velocidade e ao conforto – não haveria balanço nas vagas para causar enjoo, nem atrasos devidos a nevoeiros, nem velocidades reduzidas por causa de tempestades. A pontualidade seria uma das características do submarino nuclear de passageiros (Steele, 1963, p. 187-188).

Steele finalizou sua obra concluindo que:

> (...) o submarino nuclear apareceu tão recentemente que podemos ser perdoados por nossa incapacidade de imaginar todos os seus empregos futuros. Os que tripularem os submarinos de amanhã terão que desenvolver todo o seu potencial. Seria este o seu privilégio e desafio (*op. cit.*, p. 188).

Dois especialistas de diferentes formações foram selecionados para demonstrar o espanto que a tecnologia de submarinos, desenvolvida especialmente no contexto da Guerra Fria, provocou na comunidade internacional. A capacidade de profundidade dos submarinos, em especial os nucleares, impactou tanto as Marinhas mundiais que aquelas que fossem capazes de projetar, construir, operar e manter submarinos estavam aptas a controlar os oceanos.

De fato, foi uma tecnologia revolucionária; porém, mais revolucionários que a capacidade militar foram os benefícios socioeconômicos advindos da capacidade de exploração científica dos oceanos. Um exemplo emblemático e atual é a utilização de submarinos robôs não tripulados explorando os solos do oceano Atlântico, na busca da caixa preta do voo 447 Rio de Janeiro–Paris, da Air France, que caiu entre os dias de 31 de maio e 1º de junho de 2009. Não só foi possível encontrar peças de fuselagem e a caixa preta da aeronave, como restos mortais de alguns dos 228 passageiros que estavam a bordo. Como não houve testemunhas, nem foi possível o rastreamento de radares, a apuração das investigações seria inviável se não fosse a atuação de submarinos militares e de minissubmarinos franceses mapeando a região onde houve a queda. Esses minissubmarinos são chamados Veículos Submarinos Não Tripulados (VSNT), ou Remotely Operated Vehicles (ROVs) e são capazes de alcançar profundidades de até 6 mil metros. A caixa preta da aeronave foi localizada pelos ROVs em 2011, em uma profundidade aproximada de 4.700 metros.

O primeiro ROV foi desenvolvido por um francês chamado Dimitri Rebikoff, em 1950, e sua primeira aplicação se deu na arqueologia subaquática. Os minissubmarinos, atualmente, são bastante utilizados na indústria do petróleo para supervisionar a exploração e a montagem de equipamentos em grandes profundidades. Além disso, já existem empresas, em especial norte-americanas, que têm desenvolvido e comercializado modelos próprios para o setor comercial.

Além de *designs* exclusivos, certos submarinos dispõem de baterias e sistemas que os capacitam a permanecer submersos por até 460 horas. São modelos convencionais, que necessitam voltar à superfície para recarregar a bateria e abastecer o tanque. Corroborando com tal novidade, a revista *Hype science* lançou um artigo cujo conteúdo relatou a façanha de cientistas de conduzirem tripulações até as maiores profundezas dos oceanos. Os *designers* do submarino Triton contaram com o apoio da empresa

norte-americana Rayotek Scientific para redesenhar, com um novo tipo de material, o compartimento de passageiros. A revista salienta que "esse é um salto tecnológico para o Triton. Seus submarinos atuais são principalmente concebidos para cientistas e proprietários de iates e só mergulham a profundidades de cerca de mil metros" (Hype Science [s.d.]). Acrescenta ainda que

> (...) o vidro de borossilicato fica mais forte sob compressão, de modo que, quanto mais fundo o submarino mergulhar, mais forte o vidro fica. Isso até certo ponto, é claro. Antes de levar a tripulação de três pessoas ao ponto mais profundo dos oceanos, o Triton terá que se submeter a testes de pressão pelo menos uma vez e três vezes a pressão da "profundidade desafiante" (*op. cit.*).

As possibilidades de construção e uso para submarinos, com o avanço científico e tecnológico, tornaram-se inúmeras, assim como os desafios que decorrerão destas novas possibilidades, em um futuro imediato. Se, por um lado, isso pode aperfeiçoar as tecnologias acústicas e sensoriais, na medida em que exigirão que as Marinhas disponham de meios cada vez mais avançados para identificar potenciais alvos civis flutuantes, por outro, pode trazer numerosos benefícios e tornar possível o retorno financeiro.

Em tempos de cortes orçamentários, maximizar as possibilidades de uso de recursos torna as viagens submarinas cruciais para a continuidade da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico dos países. É importante e vital, porém, que os países que almejarem obter esses benefícios socioeconômicos disponham de meios políticos, científicos e tecnológicos para o empreendimento. Países que não sabem projetar, construir, operar e/ou manter essas tecnologias tornam qualquer aquisição deste tipo inviável. Por ser o Brasil o único país na América do Sul capaz de cumprir as etapas citadas, é possível vislumbrar, a médio e longo prazos, os benefícios advindos da ciência e da tecnologia militar, em especial da submarina.

Com a construção do Tikuna, para manter o conhecimento e a operacionalidade da Força, a MB manifestou o desejo e decidiu construir mais submarinos, em parceria com o consórcio alemão, o que lhe rendeu cinco unidades convencionais. Segundo informações da própria MB,

> antes de se decidir pelo projeto do IKL-214, da HDW, a MB estudou também o projeto do submarino Scorpène, da empresa ARMARIS, da França. Na verdade, ao longo de todo o processo, a MB esteve negociando com duas alternativas, tendo, ao final, concluído que a proposta da HDW era a que melhor atendia às suas necessidades (Luis Nassif Online, 2006).

As negociações estavam bem adiantadas quando a França, em dezembro de 2008, aceitou transferir a tecnologia de construção do casco do tão sonhado submarino nuclear brasileiro. A condição para que houvesse esta transferência foi que o Brasil adquirisse vários outros equipamentos de defesa de empresas francesas, dentre eles helicópteros, equipamentos para forças terrestres e, em especial, submarinos convencionais da classe *Scorpène*.

O Acordo Militar Brasil-França foi assinado e formalizado em 7 de setembro de 2009, uma simbólica data brasileira, pelos então presidentes francês Nicholas Sarkozy e brasileiro Luiz Inácio Lula da Silva. Como o projeto do submarino nuclear brasileiro havia sido transformado em prioridade nacional por este presidente, a MB deixou de negociar os submarinos IKL com o consórcio alemão para fechar contratos com a estatal francesa Direction des Constructions Navales (DCNS), para a transferência de tecnologia de projeto e de construção dos submarinos da classe *Scorpène* e para a transferência de tecnologia de projeto e construção do casco resistente de um submarino de propulsão nuclear. Se todo o processo ocorrer como a MB espera, efetivamente, ela será capaz de projetar, construir, operar e manter submarinos convencionais e nucleares.

Ensinamentos do Programa Tupi

O Programa Submarino Classe Tupi foi, na realidade, um programa típico de obtenção de tecnologia militar, seguindo a estratégia da transferência de tecnologia do consórcio alemão Ferrostaal/HDW para a MB. Como a transferência de tecnologia é um processo inseguro e oneroso, a MB utilizou extrema cautela técnico-administrativa no planejamento e nos procedimentos de passagem do conhecimento, empregando um enorme número de engenheiros e técnicos.

O Programa Tupi foi a primeira fase do Projeto Costado, que objetiva, na segunda fase, a propulsão nuclear. A MB trabalhou com cuidado e efetividade, tornando a obtenção da tecnologia de submarino convencional vitoriosa e exemplar.

A MB, representada pelo AMRJ, absorveu a tecnologia do submarino convencional. A primeira fase do Projeto Costado foi bem-sucedida. Vejamos, no futuro, como se dará o andamento da segunda fase: a do submarino com propulsão nuclear.

Estudo de caso 8: o míssil anticarro MSS 1.2

Para o Brasil, a história do Míssil MSS 1.2 remonta a 1986, ocasião em que o EB lançou uma licitação para selecionar um míssil anticarro, de médio alcance, para dotar as unidades de infantaria. O objetivo era a absorção de tecnologia, visando ao estabelecimento de um programa para produção local de mísseis anticarro. Em agosto de 1986, o EB recebeu propostas para a transferência de tecnologia dos seguintes sistemas: o *Tube-launched, Optically Tracked*, *Wire-Guided* (TOW), da empresa americana HUGHES; o Bill, da empresa sueca Bofors; e o *Missile Anti-Carro della Fanteria* (MAF), da empresa italiana Oto Melara.

O escolhido foi o MAF. O parceiro brasileiro no empreendimento foi a Engesa, que criou a empresa Engemíssil para gerenciar esse programa, entre outros. A posterior crise e falência da Engesa, em 1993, acompanhada de parte da indústria de defesa brasileira, levou a uma paralisia do projeto. Posteriormente, em 1995, foi retomado e passado para a empresa Mectron, de São José dos Campos-SP, que refez totalmente o projeto.

Participantes

- Oto Melara – responsável pela transferência de tecnologia;
- Oficine Galileu – responsável pelo sistema de guiamento e controle;
- Mectron – empresa responsável pelo desenvolvimento, fabricação e logística;
- CTEx – prestador de apoio ao desenvolvimento;
- CAEx – prestador de apoio às avaliações; e
- CPrM – prestador de apoio aos testes e avaliações.

Motivações

O EB tinha como meta estratégica a capacidade de produzir no país um míssil anticarro. A Oto Melara, por sua vez, estava desejosa de acelerar o término do desenvolvimento antes do competidor, o míssil franco-alemão Trigat (Army Technology [s.d.]), também com o sistema de orientação até o alvo do tipo *beam rider*. Para isso, os italianos

procuravam um parceiro que pudesse contribuir, financeiramente, para tornar o MAF o primeiro míssil de terceira geração no mercado.

O Programa de Cooperação

O Programa de Cooperação consistiu, inicialmente, em compartilhamento dos direitos de posse do míssil pela Oto Melara e a empresa Órbita, e transferência de tecnologia das instituições italianas para as brasileiras.

O processo de concepção

O Sistema MSS 1.2 é constituído por dois subsistemas, denominados modo emprego e modo apoio. O subsistema modo emprego compreende a munição, composta pelo míssil e tubo lançador, e a unidade de tiro, operada por dois homens, o atirador e o municiador. O Subsistema Modo Apoio é constituído pelo simulador e pelo equipamento de testes. O simulador destina-se a formação e adestramento de atiradores.

As instruções são programadas na estação do instrutor, que permite definir o tipo de alvo (blindado ou helicóptero), a trajetória e a velocidade do alvo. O instrutor pode acompanhar e gravar o comportamento do instruendo por meio da estação do instrutor e avaliá-lo estatisticamente a partir dos dados obtidos nas seções de treinamento. O equipamento de testes permite a verificação da unidade de tiro com testes preliminares à sua utilização no tiro real, de modo a identificar a localização da falha, caso ocorra, bem como indicar a necessidade de manutenção de terceiro e quarto escalões.

O míssil MSS 1.2

O Sistema MSS 1.2, segundo o *site* especializado Jane's (2009), é de emprego anticarro para médio alcance, de 500 a 2.500 metros, podendo ainda ser utilizado contra helicópteros em voo pairado a baixas alturas, embarcações, casamatas e pequenas construções. O míssil é dotado de cabeça de guerra do tipo carga oca e sistema propulsivo de duas fases: de ejeção e de cruzeiro. O seu guiamento em direção ao alvo é feito por um feixe *laser* colimado à linha de visada e apontado no alvo pelo atirador, que focaliza o sistema ótico da Unidade de Tiro (UT) no alvo por ele selecionado (CTEx, 2011).

O sistema e seus aprimoramentos

O Sistema MSS 1.2

O míssil pesa 15,5 kg, mede 1,39 m e tem diâmetro de 130 mm. Seu controle de voo é exercido por aletas retráteis acionadas eletricamente e localizadas na porção central do corpo do míssil. A estabilidade direcional é proporcionada por aletas retráteis posicionadas na cauda. O sistema de orientação *beam rider* (Tecnologia e Defesa, 2008) é executado por feixe de raio *laser* projetado pela unidade de tiro e modulado pelo sensor *laser* de posição instalado na sua cauda. O míssil segue esse feixe com a estratégia de buscar o seu centro e nele permanecer até atingir o alvo. O MSS 1.2 pode suportar manobras em voo de até 5 g e alcança alvos a 3 quilômetros de distância (CTEx, 2007b).

Visão noturna

Até abril de 2009, as UTs teriam recebido furações para o acoplamento de um dispositivo ótico para visão noturna à frente do módulo de visada. Estudos e avaliações estão em andamento no CTEx, investigando o dispositivo mais adequado: o de geração de imagens térmicas ou o de ampliação de luz residual. A expectativa da escolha passava pela primeira solução, a câmara de geração de imagens térmicas, pois, além de estar sendo desenvolvida no CTEx, era de tecnologia mais avançada.

Ogiva de carga oca

A penetração da carga oca é pequena, situando-se na ordem de 580 mm para uma placa de aço. Uma empresa sul-africana, a Denel, ofereceu uma ogiva já desenvolvida do tipo ogiva *HEAT-Plug and Play*, que ampliaria muito a capacidade de perfuração da atual ogiva.

Alcance

Estuda-se a viabilidade de aumentar o alcance efetivo do míssil de 2 mil para 4 mil metros. Operacionalmente, seria interessante, dado que o míssil modernizado poderia ser o armamento dos helicópteros de reconhecimento e ataque do EB.

Míssil atualizado

Na sua forma atual, o míssil apresenta um enorme potencial de crescimento, dado que se trata de um projeto com especificações e requisitos elaborados na década de 1980. Sob este prisma, é um grande feito, assevera o CTEx (CTEx, 2007c). Levando em consideração que esse míssil é o primeiro projetado e construído localmente, o que se dispõe agora é de uma sólida fundação sobre a qual se pode criar novos mísseis ou se introduzir modificações capazes de proporcionar belicosidade contra modernos carros de combate.

Ensinamentos do Programa MSS 1.2

O EB sempre cultivou como desejo estratégico a intenção de ter, na sua dotação de tropas de infantaria, um míssil anticarro de médio alcance. A primeira tentativa se deu com o míssil alemão Cobra AC, de primeira geração e guiado por fio. Nesse caso, o Brasil aprendeu a fabricar o míssil, mas o material tornou-se obsoleto antes mesmo de ser distribuído à tropa.

De alguma forma, a engenharia militar brasileira, com integrantes do IME e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), foi capaz de absorver a tecnologia de um míssil AC de primeira geração. O Brasil iria se valer desse conhecimento para dar o salto tecnológico: produzir internamente um míssil *beam rider* de terceira geração, que voava dentro de um cone de raio *laser*.

O míssil MSS 1.2 era tão avançado que nem mesmo a demora de vinte anos na encomenda operacional tornou-o uma arma obsoleta. O miolo original do míssil italiano ficou irreconhecível, após experimentar uma profunda modernização na eletrônica de guiamento e em outras funcionalidades.

O Projeto MSS 1.2 teve sucesso. Hoje, o EB está recebendo um lote piloto de 66 mísseis para dotação, em unidades de infantaria e cavalaria. O país, na figura da Mectron, está capacitado a desenvolver, projetar, fabricar e avaliar mísseis anticarro solo-solo. Para isso, o EB e a Mectron enfrentaram uma bem-sucedida transferência de tecnologia a partir da Oto Melara, em La Spezia.

No Rio de Janeiro, a Mectron anunciou, durante a LAAD 2011, a maior feira de defesa e segurança da América Latina, que iria fornecer para o EB um lote piloto do

míssil anticarro MSS 1.2. Informou ainda que a MB também encomendou um lote do míssil para emprego pelos fuzileiros navais. Os dois contratos estariam avaliados em R$ 50 milhões, num prazo de quatro anos.

5 CERCEAMENTO TECNOLÓGICO

No período que sucedeu à Segunda Guerra Mundial, particularmente com o surgimento da arma nuclear, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico – Estados Unidos e União Soviética – e suas alianças passaram a intensificar as restrições de acesso de terceiros a tecnologias e bens sensíveis ou de uso dual.

Em termos globais, a humanidade está consciente da importância da não proliferação de armas de destruição em massa. Se a atitude de países desenvolvidos fosse única e exclusivamente pelo afastamento do perigo da destruição em massa, o apoio de todos seria integral. Entretanto, países desenvolvidos utilizam a negação do domínio do conhecimento de tecnologias sensíveis para o exercício, a garantia e a estratificação do poder.

Após a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos e a União Soviética entraram em uma renhida e perigosa corrida para liderar a produção de artefatos nucleares. A lembrança do ocorrido em Hiroshima e Nagasaki inibia qualquer atitude inconsequente. Segundo Longo e Moreira (2011):

> Na época da bipolaridade, o objetivo principal do cerceamento era negar conhecimento ao bloco oponente e buscar manter supremacia tecnológica em áreas estratégicas. A partir do fim da Guerra Fria, com a ascensão de atores não-estatais e das chamadas "novas ameaças", parcela das preocupações foi redirecionada para a possibilidade de que armas de destruição em massa (ADM) pudessem cair em mãos não confiáveis, como certos Estados ou atores não estatais.

Surge, assim, a prática do cerceamento tecnológico, que é um conjunto de medidas judiciais tomadas normalmente por Estados desenvolvidos contra Estados em desenvolvimento ou emergentes, no sentido de evitar o acesso a tecnologias sensíveis. Usualmente, os países detentores de tecnologia sensível procuram evitar a generalização e a proliferação do conhecimento em áreas sensíveis, que possam originar armas de destruição em massa.

5.1 Tecnologias sensíveis

Segundo Longo (2011b), tecnologia sensível é aquela de qualquer natureza, civil ou militar, que um determinado país, ou grupo de países, considera que não deve ser repassada a outros países, durante certo tempo, hipoteticamente por razões de segurança.

Em 1949, foi criada a primeira organização para coordenar as restrições à exportação de tecnologias sensíveis, chamada de Coordinating Commitee for Multilateral Export Control (COCOM). O objetivo era dificultar a exportação para países comunistas. Durante a segunda metade do século XX, inúmeros instrumentos de cerceamento foram criados e aplicados com sucesso.

Ao Brasil, nação em desenvolvimento tendendo a emergente, e a outras em desenvolvimento, foi negado o acesso a conhecimentos sensíveis. Mesmo prejudicado e alijado do processo de desenvolvimento sensível, o país aderiu a vários acordos internacionais restritivos em termos de transferência de tecnologia, entre eles o Tratado de não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), o Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis (MTCR) e o Grupo de Supridores Nucleares – *Nuclear Suppliers Group* (NSG). Em função de seus compromissos, e agindo com transparência, o Brasil estabeleceu um sistema nacional de controle de bens sensíveis, coordenado pelo MCTI.

Rosental (2011) é contundente ao expressar que

> (...) tecnologias sensíveis são algumas denominadas de ponta que os países desenvolvidos dominam e que limitam ou impedem a transferência para aqueles em desenvolvimento, pois consideram que as mesmas têm aplicações em objetivos classificados como "do bem" ou "do mal". Entre essas, citam-se como exemplos:
>
> - a aeroespacial, que pode ser usada no lançamento de foguetes para fins de comunicação ou estudos meteorológicos (do bem), como também para lançamento de artefatos nucleares (do mal);
>
> - a nuclear, com emprego na geração de energia elétrica, conservação de alimentos, radioisótopos para tratamento de doenças em diagnósticos e terapias (do bem), ou na fabricação de artefatos nucleares (do mal); e
>
> - a química e biológica, em um sem número de aplicações na saúde, na indústria, na bioquímica, entre muitas (do bem), ou como venenos poderosos (do mal).

A política de não obtenção, pura e simples, impede o acesso a conhecimentos sensíveis, já dominadas e exploradas por um seleto grupo de países. Trata-se de um bloqueio que afasta os necessitados das benesses da ciência, tecnologia e inovação, provocando o alargamento do hiato tecnológico entre os que sabem e os que não sabem.

Resumindo e enfatizando, os países líderes no desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo têm praticado o cerceamento explícito de terceiros ao acesso às tecnologias que, unilateralmente, consideram sensíveis. Exemplificando, vejam-se as áreas de estudo consideradas sensíveis pelos Estados Unidos, constantes da *Technology Alert List* (TAL), emitida pelo Departamento de Estado dos Estados Unidos. Quando violado, o cerceamento pode ou não ser acompanhado por retaliações, principalmente de ordem econômica.

5.2 Programas mobilizadores

Segundo Longo e Moreira (2011), a criação de programas mobilizadores da capacitação tecnológica nacional, para desenvolver tecnologias sensíveis duais que integrem tanto o Planejamento Estratégico de Defesa quanto o Planejamento Estratégico Nacional é uma das maneiras de ativar o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID). O programa mobilizador precisa ser efetivamente comandado e coordenado para fazer trabalhar tanto a pirâmide científico-tecnológico-inovadora de defesa quanto o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

O programa terá atingido sucesso no gerenciamento se congregar todo o potencial humano e institucional para desenvolver o conhecimento sensível com a efetiva participação da pesquisa básica, da pesquisa aplicada, do desenvolvimento experimental, do projeto, da produção e da logística.

Os resultados positivos colhidos pelo programa irão gerar um forte efeito indutivo que poderá abrir as portas de países, desenvolvidos e aliados, para apoiar o Brasil no seu esforço tecnológico. Quando perceberem que a aplicação competente e honesta da capacidade nacional produz resultados positivos com tecnologias "do bem", os países parceiros irão se tornar proativos e cooperativos. Ficarão ávidos para contribuir para o sucesso do programa.

Três exemplos corroboram essa estratégia: o Programa Nuclear Autônomo, o Programa Espacial Integrado e o Programa de Aeronáutica Avançada.

Em 1975, a Alemanha tornou-se parceira na implantação do Programa Nuclear Brasileiro (NUCTEC, [s.d.]), mobilizador da produção de energia nuclear e de enriquecimento de urânio, pela transferência de tecnologia sensível. Esta foi a razão pela qual a Alemanha tornou-se parceira do Brasil na implantação do programa mobilizador de geração de energia nuclear. Cavagnari Filho (1993) ressalta:

> A iniciativa da Marinha, no que diz respeito ao programa nuclear, é significativa na medida em que explicita uma intenção não revelada no seu planejamento inicial: a utilização da tecnologia desenvolvida na planta de produção nuclear para o submarino, no desenvolvimento de reatores nucleares que possam ser utilizados na produção de energia elétrica.

Fica clara a destinação "do bem" para a tecnologia nuclear.

Na mesma década de 1970, a China aliou-se ao Brasil no programa mobilizador espacial, em que o Brasil era responsável pelo Veículo Lançador de Satélites (VLS) e a China pelo Satélite de Sensoriamento Remoto (SSR-1 e SSR-2), e ambos os países teriam acesso às duas tecnologias sensíveis. Conforme Moniz Bandeira (2004), a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), como era chamada, foi criada com o objetivo de proporcionar ao país capacitação tecnológica, industrial e gerencial no campo das atividades espaciais. O programa caminhava bem até a ocorrência do desastre na Base de Lançamento de Alcântara, quando o Brasil experimentou perdas irreparáveis da equipe e do míssil satelizador.

O Programa de Aeronáutica Avançada foi concretizado no AMX, aeronave subsônica de ataque desenvolvido pelas italianas Aermacchi e Alenia e pela brasileira Embraer. Este programa foi objeto de restrição, pois, enquanto as aeronaves destinadas à FAB eram dotadas com dois canhões DEFA 554 de 30mm Giat, as destinads à Força Aérea Italiana são equipadas com um canhão GE M-61 A1 Vulcan de 20mm com seis canos giratórios. "Na época da montagem do AMX, esse armamento foi vetado pelo governo americano para ser fornecido ao Brasil" (Longo, 2011a). O Programa AMX tinha o objetivo de reduzir razoavelmente a dependência externa em relação ao suprimento de peças e componentes. O número de aeronaves entregues à FAB, menos de trinta unidades até 1994, foi mais reduzido do que o planejado. Esse embargo concorreu, em larga escala, para atrasar também a MECB, ao impedir a importação pelo Brasil de sensores inerciais para o controle do míssil.

Na atualidade, o programa mobilizador da propulsão nuclear para submarinos está obtendo o apoio estratégico da França para a capacitação brasileira no projeto e construção da plataforma de navegação. Os franceses abstiveram-se, no entanto, de participar da construção do sistema de propulsão nuclear, que permanece sob a responsabilidade técnica exclusiva do pessoal do Centro Experimental do Aramar, em Iperó.

Outras formas de se atuar contra o cerceamento dependem da qualidade dos recursos humanos científico-tecnológico-inovadores do país atingido. A alta capacitação de cientistas, tecnólogos e inovadores permite a aplicação de outras estratégias visando à obtenção de tecnologia sensível. São expedientes contra o cerceamento tecnológico: a cópia, a engenharia reversa, a espionagem tecnológica e industrial e a importação de cérebros.

6 SÍNTESE DOS ENSINAMENTOS

Os ensinamentos colhidos nos "estudos de caso" são pródigos e atestam que o Brasil está sabendo administrar o processo de capacitação tecnológica ao qual está submetido. Para constatar o grau do aprendizado gerencial e o nível do conhecimento construtivo, foram selecionados oito programas de obtenção de tecnologia militar, assim distribuídos por setor tecnológico: três no setor missilístico, três no setor de veículos terrestres de combate, um no setor aeronáutico e um no setor submarino. Dos oito programas, cinco estão completos, abrangendo o míssil solo-solo, o lançador de foguetes Astros II, um veículo de transporte de tropas de 13 toneladas, a aeronave e o submarino; e três estão na fase de protótipo construído, sendo submetidos a testes e avaliação, compondo esse grupo um veículo de transporte de tropas de 18 toneladas, um míssil ar-ar e um veículo leve aerotransportado.

Sob o ponto de vista da END (2008), os programas preenchem integralmente sua afirmativa de "que a independência de um povo decorre de sua capacidade de defender-se de forma autônoma". Os cinco programas bem-sucedidos e os dois quase prontos foram, sem dúvida, passos adiante para que esse objetivo fosse atingido.

Fato preocupante, entretanto, é que empresas brasileiras ligadas à tecnologia de defesa e aeronáutica estão sendo vendidas para o exterior. A empresa israelense Elbit Systems adquiriu as brasileiras Aeroespacial e Defesa S/A e a Periscópio Equipamentos

Optrônicos S/A, localizadas em Duque de Caxias-RJ. A Elbit já era proprietária da Aeroeletrônica, empresa que trabalha com a Embraer na modernização dos caças F5 da FAB. A empresa francesa Thales comprou a brasileira Omnisys, fabricante de radares de longo alcance.

Enfatize-se que, ao contrário dos países desenvolvidos, o Brasil não tem proteção contra essas aquisições. Os executivos das empresas continuam brasileiros, mas o controle empresarial passa para o exterior. A mais importante das empresas, a Aeroespacial e Defesa, não só se dedica à produção de material de defesa como também à engenharia de projeto multidisciplinar, envolvendo ótica, mecânica fina, eletrônica e *software*.

Setores políticos do governo proclamam que os centros de decisão empresariais não poderiam ser transferidos para o exterior, mas não se viu qualquer esforço para manter essas empresas sob controle nacional. E, mesmo que houvesse, não seria o bastante criar leis para impedir as vendas; isso apenas faria com que as empresas ficassem sem contratos e terminassem desaparecendo. Não se deve esquecer que o importante é manter projetos que incentivem a inovação e criar condições financeiras para as empresas brasileiras os executarem.

A seguir são sumariadas as conclusões dos ensinamentos obtidos em cada um dos setores com estudos de caso analisados neste trabalho.

Setor missilístico

Os primeiros estudos para dotar o EB com mísseis ocorreram em 1958. Eles se deram na então Escola Técnica do Exército, atual IME, e as primeiras pesquisas apontaram para um míssil anticarro, guiado a fio e controlado por *joystick* controlado por um atirador. Esse projeto e o míssil alemão Cobra serviram de estudo para o MSS 1.2, que veio proporcionar ao EB, em 1986, a solução de possuir um sistema de míssil anticarro fabricado no Brasil.

No setor missilístico, três programas estão sendo bem-sucedidos, emprestando a impulsão necessária para o país se capacitar a desenvolver e fabricar: mísseis táticos solo-solo, em processo de transferência de tecnologia; mísseis táticos ar-ar, em processo de desenvolvimento cooperativo internacional com país amigo; e mísseis balísticos estratégicos, em processo de desenvolvimento autônomo.

Setor de veículos terrestres de combate

Neste setor, um programa bem-sucedido foi apreciado com dois programas ainda em andamento. O Brasil desenvolveu duas competências tecnológicas, entre outras: veículos anfíbios de transporte de tropa e veículos leves aerotransportáveis.

O primeiro programa gerou o EE-11 Urutu, resultado de desenvolvimento autônomo e que, nas décadas de 1970 e 1980, ajudou a conduzir a Engesa à posição de líder mundial de carros de combate sobre rodas. O segundo programa proporcionou o Guarani, que foi projetado pelo EB e construído com tecnologia italiana da Iveco. O processo de obtenção da tecnologia militar foi o desenvolvimento cooperativo internacional, com empresa estrangeira. O terceiro programa, finalmente, utilizou o desenvolvimento cooperativo internacional com país amigo, a Argentina; no entanto, o Gaúcho ainda está com o futuro incerto.

Setor submarino

No setor submarino, o processo de obtenção de tecnologia militar, adotado pelo AMRJ e chamado de transferência de tecnologia, foi um sucesso de conhecimento construtivo. O AMRJ, ao final do programa, havia adquirido competência para desenvolver e produzir submarinos da classe Tupi.

Setor aeronáutico

No setor aeronáutico, o processo de obtenção de tecnologia militar, adotado pela Embraer e chamado de desenvolvimento cooperativo internacional com um país amigo (no caso, a Itália) foi um sucesso gerencial. A Embraer, ao final do projeto, havia adquirido competência para desenvolver e produzir não apenas aeronaves de ataque e bombardeiro, como era o AMX, mas também aeronaves da classe ERJ-145. O programa foi bem-sucedido e a competência adquirida permitiu um derramamento e espalhamento de boa gestão para outras aeronaves da Embraer.

7 CONCLUSÃO

O desfecho da Guerra Fria levou à compreensão mundial de que o domínio da arte de produzir a tecnologia militar era demonstração clara de soberania. Como

consequência, os países desenvolvidos e emergentes adotaram a estratégia de produzir meios de defesa, e os países subdesenvolvidos intensificaram os processos de compra de materiais de defesa.

Um Estado, para ser forte, necessita possuir uma BID diversificada, ativa, produtiva e competente. A principal missão da BID é gerenciar e realizar a obtenção do material de defesa destinado à dotação de suas Forças Armadas. Cada material de defesa é obtido na BID setorial correspondente ao seu setor tecnológico que, no caso deste trabalho, focalizou: o setor missilístico; o setor de veículos terrestres de combate; o setor submarino; e o setor aeronáutico.

A obtenção de tecnologia militar é um processo complicado e oneroso, com infindáveis variáveis interferindo nos procedimentos. Como foi apresentado ao longo do trabalho, existem três modos de obter a tecnologia militar: o desenvolvimento autônomo, o desenvolvimento cooperativo internacional e a transferência de tecnologia. Cada modo pode ser selecionado com base nas conveniências estratégicas do Estado e na capacidade produtiva da BID setorial.

A tecnologia militar, por sua vez, é escolhida a partir da avaliação do plano de equipamento cotejado com o plano de articulação das Forças Armadas. É fundamentado nesse cotejamento que o MD estabelece a lista de prioridades operacionais, um conjunto de "políticas públicas" a serem recomendadas com o objetivo de equipar as três Forças Armadas.

As políticas públicas a serem estabelecidas nesse processo são, entre outras:

- estabelecimento das macroestratégias mais importantes da dotação militar, correspondente à Política Nacional de Defesa (PND);
- implementação das macroestratégias da PND, constituindo-se na END;
- regulamento da obtenção de tecnologia militar mediante desenvolvimento autônomo, desenvolvimento cooperativo internacional em nível governamental, desenvolvimento cooperativo internacional em nível empresarial e transferência de tecnologia;
- regulamento da obtenção de tecnologia militar de cada setor tecnológico: missilístico, de veículos terrestres de combate, de submarinos e aeronáutico;

- regulamento de meios militares não sistêmicos, como uma pistola, um rádio, uma munição e um foguete, entre outros;

- regulamento de tecnologias sensíveis e programas mobilizadores; e

- introdução de inovação nos meios militares.

Finalmente, deve-se enfatizar a dificuldade da coordenação e do controle das políticas públicas acima relacionadas, com vistas à obtenção dos meios militares necessários à dotação das Forças Armadas.

REFERÊNCIAS

ACORDO QUADRO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE DEFESA ENTRE BRASIL E ARGENTINA. Puerto Iguazu, 2005. Disponível em <http://www.dji.com.br/decretos/2007-006084/2007-006084.htm>.

A-1 FALCÃO. **Força aérea brasileira virtual**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.opefabv.com.br/portal/aeronave.php?acft=a-1>.

ALTERMEDIA INFO. **Jefe del Ejército argentino afirmo que grupos israelíes se quieren apoderar de la Patagonia**. 2006. Disponível em: <http://es.altermedia.info/general/jefe-del-ejrcito-argentino-afirmo-que-grupos-israeles-se-quieren-apoderar-de-la-patagonia_767.html>.

ARMY TECHNOLOGY. **Brazil boosts Astros Project 2020 with additional funding**. 2011. Disponível em: <http://www.army-technology.com/news/news128644.html>. Acesso em: 20 set. 2011.

_____. **Trigat MR/Trigan**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.army-technology.com/projects/mr_trigat>.

BASTOS, E. C. S. **Produtos *made in* Brazil**: as exportações da Engesa e seus reflexos na atualidade. Juiz de Fora, 2003. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/arq/Art209.htm>. Acesso em: 24 set. 2012.

_____. **Gaúcho 4x4 blindado** – uma nova versão argentina. Juiz de Fora, 2004. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/GAUCHOBLINDADO.pdf>. Acesso em: 24 set. 2012.

_____. **Gaúcho 4x4** – viatura leve de emprego geral aerotransportável. Juiz de Fora, 2005. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/GAUCHO.pdf>. Acesso em: 24 set. 2012.

_____. **Gaúcho 4x4** – em testes e versão ambulância. Juiz de Fora, [s.d.]a. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/arq/Art402.htm>. Acesso em: 24 set. 2012.

_____. **Gaúcho 4x4** – a pré-série argentina. Juiz de Fora, [s.d.]b. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/arq/Art628.htm>. Acesso em: 24 set. 2012.

BITTENCOURT, A. S. **A nacionalização do curso e as realizações do corpo de engenheiros navais da Marinha do Brasil**. São Paulo: USP, [s.d.]c. Disponível em: <http://www.poli.usp.br/conveniomb_usp/7arti/cont/3arti.htm>.

CAVAGNARI FILHO, G. L. **P & D militar**: situação, avaliação e perspectivas. Ciência e tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global. 1993. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/militar.pdf>.

CORRÊA, F. G. **O projeto do submarino nuclear brasileiro**. Uma história de ciência, tecnologia e soberania. Rio de Janeiro: Capax Dei, 2010.

CRISTINO, W. **O Programa Guarani, relatório técnico sobre o carro de combate IVECO**, [s.l.: s.n.], 2011.

CTEX – CENTRO TECNOLÓGICO DO EXÉRCITO. **Notícias**, n. 4, jun. 2007a. Disponível em: <http://ctex.eb.br/jornal_ctex/jornal_004_ctex.pdf>.

_____. Informativo do Centro Tecnológico do Exército. **Anexo ao CTEx Notícias**, Rio de Janeiro: Maj Renato M. Okamoto, ano II, n. 4, 13 jun. 2007b.

_____ Informativo do Centro Tecnológico do Exército. **Anexo ao CTEx Notícias**, Rio de Janeiro: Maj Renato M. Okamoto, ano II, n. 5, 19 set. 2007c.

_____. Reunião da subcomissão binacional para o projeto gaucho. **CTEX Notícia**, a. 3, n. 8, jun. 2008. Disponível em: <http://ctex.eb.br/jornal_ctex/jornal_008_ctex.pdf>.

_____. **Sistema de arma míssil superfície-superfície-superfície1.2 anticarro MSS 1.2 AC**. S.l., s.d. Disponível em: <http://www.ctex.eb.br/mss1_2_proj.htm>. Acesso em: 27 set. 2011.

CUNHA, Rudnei, D. **AMX Internacional A-1-História da Força Aérea Brasileira**. 2012. Disponível em: <http://www.rudnei.cunha.nom.br/FAB/br/a-1.html>.

DECLARAÇÃO CONJUNTA BRASIL-ARGENTINA. Buenos Aires, 2008. Disponível em: <http://www2.mre.gov.br/dai/b_argt_432_4615.htm>.

DEFENSE INDUSTRY DAILY. **Astros 2020**: Brazil moves to revive Avibras. Atualizado em: 13 ago. 2012. Disponível em: <http://www.defenseindustrydaily.com/Astros-2020-Brazil-Moves-to-Revive-Avibras-07069>. Acesso em: 23 set. 2011.

DEFESA BR. **Exército começa a testar Guarani, blindado que substituirá Urutu**. Abr. 2011. Disponível em: <http://www.defesabr.com/blog/index.php/17/04/2011/exercito-comeca-a-testar-guarani-blindado-que-substituira-urutu>.

DEFESA NET. **Astros 2020** – governo libera recursos para aquisição de moderno sistema de foguetes nacional para o Exército. 2011a. Disponível em: <http;//www.defesanet.com.br/defesa/noticia/2551/Astros-2020---Governo-libera-recursos-para-aquisicao-de-moderno-sistema-de-foguetes-nacional-para-o-Exercito>. Acesso em: 23 set. 2011.

_____. **CTEX cria exército do futuro**. Maio 2011b. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/960/CTEx--cria-Exercito-do-futuro>.

DE MARTINI, F. **A-Darter é disparado com sucesso por Grifen da África do Sul**. Atualizado em: 20 jul. 2010. Disponível em: <http:/www.aereo.jor.br/2010/07/20/a-darter-e-disparado-com-sucesso-por-gripen-da africa-do-sul>.

END – ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA. **Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008**.

GODOY, R. Governo se torna sócio da Avibras Aeroespacial. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 25 fev. 2010. Disponível em: < http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,governo-se-torna-socio-da-avibras,6604,0.htm>. Acesso em: 25 set. 2012.

HYPE SCIENCE. **Novo submarino vai levar tripulação ao ponto mais profundo dos oceanos**. [s.d.]. Disponível em: <http://hypescience.com/novo-submarino-vai-levar-tripulacao-ao-ponto-mais-profundo-dos-oceanos>.

INÁCIO, L. H. I. de S. Viatura Chivunk – peso *versus* preço. **CTEX Notícias**, n. 4, 13 jun. 2007, p. 9.

JANE'S. **US Army maps out plans for future combat vehicles**. Ago. 2009. Disponível em: <http://www.janes.com/news/defence/land/jdw/jdw090824_1_n.shtml>.

_____. **Avibras Astros II rocket system (Brazil), multiple rocket launchers**. Disponível em: <http://articles.janes.com/articles/Janes-Armour-and-Artillery/AVIBRAS-Astros-II-rocket-system-Brazil-html>. Acesso em: 23 set. 2011a.

_____. **TM-Astros (Brazil), offensive weapons**. Disponível em: <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/TM-Astros-Brazil.html>. Acesso em: 25 set. 2011b.

LONGO, W. P. **Tecnologia militar**: conceituação, importância e cerceamento. Disponível em: <www.waldimir.longo.nom.br/artigos/112%20A.doc>. Acesso em: 28 out. 2011a.

_____. **Tecnologia militar**. Disponível em: <www.waldimir.longo.nom.br/artigos/T9.doc>. Acesso em: 24 out. 2011b.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. **O acesso a "tecnologias sensíveis"**. Disponível em: <http://www.tensoesmundiais.net/index.php/tm/article/download/100/140>. Acesso em: 28 out. 2011.

LOUREIRO, M. **AMX voa o segundo protótipo**. 1986. Disponível em: <http://www.arqanalagoa.ufscar.br/pdf/recortes/R00963.pdf>. Acesso em: 26 set. 2012.

LUIS NASSIF ONLINE. **Submarino alemão e a Marinha do Brasil**. Dez. 2006. Disponível em <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/submarino-alemao-e-a-marinha-do-brasil>.

MONIZ BANDEIRA, L. A. **As relações perigosas**: Brasil-EstadosUnidos (de Collor a Lula, 1990-2004). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

MOTOYAMA, C. *et al*. **Prelúdio para uma história**: ciência e tecnologia no Brasil. São Paulo: USP, 2004. p. 376.

NIERENBERG, W. Oceanos militarizados. *In*: CALDER, N. **Se não houver paz**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1968.

NUCTEC – NUCLEAR TECNOLOGIA E CONSULTORIA. **O submarino nuclear e a bomba brasileira**. S.l., s.d. Disponível em: <http://www.nuctec.com.br/educacional/submarino.html>.

ODILON, L. E. N. **Questionário respondido por Odilon, presidente da Columbus**. Rio de Janeiro, 8 ago. 2011.

PELÁEZ, A. A. **Oportunidades para Uruguay de integrarse a la industria de defensa regional**. *In*: SIMPOSIO "POSIBILIDADES PARA URUGUAY DE INTEGRARSE A LA INDUSTRIA DE DEFENSA REGIONAL". Montevideo, jun. 2009. Disponível em: <http://www.imes.edu.uy/imagenes/PELAEZ_Ejercito_Oportunidades_para_Uruguay_de_Integrarse_a_la_Industria_de_Defensa_Regional_23jun09(1).pdf>.

PODER AÉREO. O AMX na Itália. **Poder aéreo *online***, S.l., 2008. Atualizado em: 17 set. 2008. Disponível em: <http://www.aereo.jor.br/2008/09/17/o-amx-na-italia>.

_____. **África do Sul e Brasil prontos para o primeiro teste do A-Darter**. 2010. Disponível em: http://www.aereo.jor.br/2010/07/07/africa-do-sul-e-brasil-prontos-para-o-primeiro-teste-do-a-darter.

_____. **A-DARTER entra na fase de ensaios em voo**. S.l. (s.d.). Atualizado por Guilherme Poggio em: 25 jun. 2010. Disponível em: <http:/www.aereo.jor.br/2010/06/25/a-darter-entre-na-fase-de-ensaios-em-voo>.

_____. **A-DARTER** – Poder aéreo – informação e discussão sobre aviação... S.l. (s.d.). Atualizado por Fernando de Martini em 18 abr. 2012. Disponível em: <http://www.aereo.jor.br/tag/a-darter>.

ROSENTAL, S. **Tecnologias sensíveis**. Rio de Janeiro, 2011. Artigo de contribuição para a redação do Livro Branco.

SANCHEZ, G. **La Patagonia vendida; los nuevos dueños de la tierra**. Buenos Aires: Marea Editorial, 2006.

SGEX – SECRETARIA GERAL DO EXÉRCITO. **Boletim do Exército, no 38/2007**. Brasília: SGEX, 2007. Disponível em: <http://www.sgex.eb.mil.br/be_ostensivo/BE2007/be2007pdf/be38-07.pdf>.

SISTEMAS DE ARMAS. **Modernização do AMX**. Sistemas de armas, 2009. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/amx/amx01intro.html>._____ Modernização do AMX. Sistemas de armas. 2009. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/amx/amx01intro.html>.

STEELE, G. **Os submarinos nucleares**. São Paulo: Flamboyant, 1963.

TECNOLOGIA E DEFESA. **Exército Brasileiro encomenda míssil anti-carro MSS 1.2**. Nov. 2008. Disponível em: <http://www.tecnodefesa.com.br/index.php?option= com_content&view=article&id=191:exercito-brasileiro-encomenda-missil-anti-carro-mss-12&catid=35:noticias&Itemid=55>. Acesso em: 27 set. 2011.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALMEIDA, T. L.; TONÁCIO, V. C.; SAMPAIO, C. **Projeto de submarino de passageiros para sistemas de produção "offshore"**. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro, out. 2010. Disponível em: <http://www.ipen.org.br/Artigos-congresso23-Sobena/SOBENA2010-20.pdf>.

AMARANTE, J. C. A. **A tecnologia militar brasileira e a cooperação internacional**: os casos AMX e A-Darter. *In*: SEMINÁRIO NA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS, São Paulo, ago. 2011.

ÁREA MILITAR. **EE-11 URUTU, Engesa**. Disponível em: <http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/TER.aspx?nn=14>.

BACCHI, R. **News IVECO "URUTU III" (Brazilain Army)**. Apbr. 2009. Disponível em: <http://www.militaryphotos.net/forums/showthread.php?154814-NEWS-IVEC-quot-URUTU-III-quot-(BrazilainArmy)>.

BASTOS, E. C. S. **EE-9 Cascavel e EE-11 Urutu repotenciados em Israel**. 9 fev. 2007. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/EE9EE11ISRAEL.pdf>. Acesso em: 9 out. 2011.

_____. **Produção de blindados no Brasil, lições não aprendidas, uma nova reflexão**. [s.d.]a. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/fts/PBBLNAUNR.pdf>. Acesso em: 24 set. 2012.

_____. **Uma realidade brasileira** – desenvolvimento de blindados sobre rodas – 2ª Parte. [s.d.]b. Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/Blindados%20Rodas%20II.pdf>. Acesso em: 24 set. 2012.

BASTOS, E. C. S.; PAULA, V. G. M. **Mísseis no Exército Brasileiro 1958-2009**. (s.d.). Disponível em: <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/MEB.pdf>. Acesso em: 24 set. 2012.

CÂNDIDO, J. Indústria brasileira de defesa: uma questão de soberania e de autodeterminação. *In*: PINTO, J. R.; ROCHA, A. J.; SILVA, R. D. (Org.). **As Forças Armadas e o desenvolvimento científico e tecnológico do país**. [s.l.]: Secretaria de Estudos e de Cooperação, 2005.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Conheça o interior da primeira espaçonave privada**. Abr. 2011. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=primeira-espaconave-privada&id=020130110401&ebol=sim>.

JANE'S. **Armour and artillery**. Nov. 23, 2010. Disponível em: <http://articles.janes.com/articles/Janes-Armour-and-Artillery/ENGESA-EE-11-Urutu-armoured-personel-carrier-Brazil.htm>.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. Contornando o cerceamento tecnológico. In: SVARTMAN, E. M. (Org.). **Defesa, segurança internacional e forças armadas**. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

NAVIOS DE GUERRA BRASILEIROS. **Submarino Tupi (S30)**. [s.d.]a. Disponível em: <http://www.naviosbrasileiros.com.br/ngb/T/T070/T070.htm>.

_____. **S Tamoio – S 31**. [s.d.]b. Disponível em: <http://www.naviosbrasileiros.com.br/ngb/T/T007/T007.htm>.

_____. **S Tikuna – S 34**. [s.d.]c. Disponível em: <http://www.naviosbrasileiros.com.br/ngb/T/T035/T035.htm>.

PODER AÉREO. **422** – Poder Aéreo. em 19 abr. 2009. Disponível em: <http://www.aereo.jor.br/page/422>.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação
Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão
Andrea Bossle de Abreu

Revisão
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Cristina Celia Alcantara Possidente
Edylene Daniel Severiano (estagiária)
Elaine Oliveira Couto
Elisabete de Carvalho Soares
Lucia Duarte Moreira
Luciana Bastos Dias
Luciana Nogueira Duarte
Míriam Nunes da Fonseca

Editoração eletrônica
Roberto das Chagas Campos
Aeromilson Mesquita
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Carlos Henrique Santos Vianna
Hayra Cardozo Manhães (estagiária)

Capa
Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em Adobe Garamond Pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 Bold Condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em offset 90g/m²
Cartão supremo 250g/m² (capa)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea
Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA