



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS

CARLOS ROBERTO SANTOS, Cel Int R/1

O Projeto Binacional A-Darter e o seu Modelo de Transferência de Tecnologia

Rio de Janeiro
2020



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS

CARLOS ROBERTO SANTOS, Cel Int R/1

O Projeto Binacional A-Darter e o seu Modelo de Transferência de Tecnologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Aeroespaciais.

Linha de Pesquisa: Relação entre Estados, Pensamento Estratégico Contemporâneo e Poder Aeroespacial.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Matos

Rio de Janeiro
2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Santos, Carlos Roberto

S237

O projeto binacional A-Darter e o seu Modelo de Transferência de Tecnologia / Carlos Roberto Santos. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2020.

111 f.: il., enc.

Orientadora: Patrícia de Oliveira Matos.

Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2020.

Referências: f. 95-104

1. Transferência de Tecnologia. 2. Modelo de eficácia contingente de transferência de tecnologia. 3. Indústria de Defesa. 4. Projeto A-Darter I. Título. II. Matos, Patrícia de Oliveira. III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 355.45

CARLOS ROBERTO SANTOS, Cel Int R/1

O Projeto Binacional A-Darter e o seu Modelo de Transferência de Tecnologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Aeroespaciais.

Linha de Pesquisa: Relação entre Estados, Pensamento Estratégico Contemporâneo e Poder Aeroespacial.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Matos

Aprovada em de de 2020, por:

Professora Doutora Patrícia de Oliveira Matos – UNIFA

Professor Doutor Peterson Ferreira da Silva – ESG

Professor Doutor Newton Hirata – UNIFA/AFA

Rio de Janeiro
2020

Dedico este trabalho à minha esposa, Mariza, e a meu filho, Pedro, por compreenderem minha ausência em todo o período de pesquisa e redação do trabalho, apoiando-me incondicionalmente em todos os momentos difíceis e dedicando-me amor incondicional.

Não poderia deixar de mencionar os meus pais, José (*in memoriam*) e Maria, meus baluartes e exemplos de caráter, moral, profissionalismo, perseverança e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que me concedeu esta conquista, a minha orientadora pela paciência, dedicação, direcionamento constante e incentivo nos momentos de dúvida, à Universidade da Força Aérea pela oportunidade, aos meus professores pelo aprendizado e a todos os meus demais amigos da UNIFA pelo convívio e auxílio e estímulo.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a efetividade do modelo de transferência de tecnologia adotado no Projeto A-Darter, em relação aos objetivos estabelecidos para o Projeto. A pesquisa foi conduzida utilizando a metodologia de Estudo de Caso e orientada a partir da revisão das definições e conceitos relativos à tríade composta por ciência, tecnologia e inovação, tomando como referência as categorias de dimensões e critérios de eficácia do Modelo de Transferência de Tecnologia Eficácia Contingente de Bozeman (2000) e as lições para o gerenciamento eficiente de TT de Ramanathan (2008). Na etapa de coleta de dados foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com oficiais das Forças Aéreas do Brasil e da África do Sul, bem como representantes civis das empresas contratadas para o desenvolvimento do A-Darter que atuaram nas diversas fases do projeto, em nível gerencial no Brasil e na África do Sul. O Projeto A-Darter foi fruto de um acordo celebrado entre o Brasil e a África do Sul visando o desenvolvimento conjunto de um Sistema de Míssil Ar-Ar, para Autodefesa, Infravermelho, de Curto Alcance, de 5.^a geração, denominado A-Darter. O míssil, desenvolvido conforme os requisitos operacionais definidos pela Força Aérea Sul-Africana e pela Força Aérea Brasileira, vai equipar aeronaves de combate, como o futuro Gripen NG do programa FX-2 FAB. O desenvolvimento ficou a cargo da empresa estatal Sul-Africana Denel, com a participação de especialistas do Comando da Aeronáutica e das empresas brasileiras: Avibras, Mectron e a Opto Defesa e Espaço, do grupo Akaer, atuando nos dois países, com a responsabilidade de assimilar toda a tecnologia e reproduzir os principais sistemas do míssil no Brasil. O Projeto A-Darter revelou a capacidade da indústria nacional, especialmente a base industrial de defesa, no desenvolvimento de sistemas bélicos de alta tecnologia. O modelo peculiar de transferência de tecnologia adotado, com desenvolvimento conjunto de um sistema complexo, incorporado com as tecnologias mais modernas disponíveis no mercado, é o primeiro a ser empreendido nesse formato e foi bem-sucedido na obtenção dos requisitos propostos para o projeto.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia. Modelo de Eficácia Contingente de Transferência de Tecnologia. Indústria de Defesa. Projeto A-Darter.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the effectiveness of the technology transfer model adopted in the A-Darter Project, in relation to the objectives established for the Project. The research was conducted using the Case Study methodology and guided by the revision of definitions and concepts related to the triad composed of science, technology and innovation, taking as a reference the categories of dimensions and efficiency criteria of the Technology Transfer Effectiveness Model Bozeman's contingent (2000) and the lessons for the efficient management of TT through Ramanathan's literary review (2008). In the data collection stage, semi-structured interviews were conducted with officers from the Air Forces of Brazil and South Africa, as well as civil representatives of the companies contracted for the development of A-Darter who worked in the various phases of the project, at a managerial level in Brazil and in South Africa. The A-Darter Project was the result of an agreement between Brazil and South Africa aiming at the joint development of an Air-to-Air Missile System, for Self-Defense, Infrared, Short Range, 5th generation, called A-Darter. The missile, developed in accordance with the operational requirements defined by the South African Air Force and the Brazilian Air Force, will equip combat aircraft, such as the future Gripen NG of the FX-2 FAB program. The development was in charge of the South African state company Denel, with the participation of specialists from the Air Force Command and Brazilian companies: Avibras, Mectron and Opto Defense and Space, from the Akaer group, operating in both countries, with the responsibility of assimilate all the technology and reproduce the main missile systems in Brazil. The A-Darter Project indicated capacity of the national industry, especially the industrial defense base, in the development of high-tech weapons systems. The peculiar model of technology transfer, with the joint development of a complex system, incorporated with the most modern technologies available on the market, is the first to be undertaken in this format and has been successful in obtaining the requirements proposed for the project.

Keywords: Technology Transfer. Technology Transfer Contingency Efficiency Model. Defense Industry. A-Darter Project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tecnologia e Técnica.	22
Figura 2 – Fluxo de transferência de tecnologia.	25
Figura 3 – Fluxograma do Modelo <i>Stage Gate</i>	37
Figura 4 – O modelo revisado de eficácia contingente da transferência de tecnologia	44
Figura 5 – Representação das cinco gerações de mísseis ar-ar com guiagem infravermelha.	62
Figura 6 – Cronologia dos atos do Projeto A-Darter	67
Figura 7 – Estrutura do Projeto A-Darter.	69
Figura 8 – Modelo de transferência de tecnologia aplicado ao projeto.	71
Figura 9 – Subsistemas do míssil A-Darter e empresas nacionais.	73
Figura 10 – Imagem do míssil atingindo o alvo na campanha de qualificação e certificação (S1.1)	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de modelos quantitativos de transferência de tecnologia	34
Quadro 2 - Barreiras e recomendações para a TT	38
Quadro 3 - Dimensões do Modelo de Eficácia Contingente	40
Quadro 4 - Síntese do modelo de avaliação dos Critérios de Eficácia da TT	42
Quadro 5 - Resumo dos modelos qualitativos de transferência de tecnologia	45
Quadro 6 - Fatores de Risco e Sucesso na TT	48
Quadro 7 - Roteiro das entrevistas do Processo de TT do Projeto A-Darter	55
Quadro 8 - Correlação entre os quesitos utilizados nas entrevistas e os agentes entrevistados	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ARMSCOR	<i>Armaments Corporation of South Africa SOC Ltd (Corporação de Armamentos da África do Sul)</i>
BID	Base Industrial de Defesa
COMAER	Comando da Aeronáutica
COPAC	Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DENEL	<i>Denel Dynamics</i> , uma divisão da empresa <i>Denel SOC Ltd</i>
EMBRAER S.A.	Empresa Brasileira de Aeronáutica
END	Estratégia Nacional de Defesa
FAB	Força Aérea Brasileira
FFAA	Forças Armadas
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GA	<i>Gimbal Assembly</i>
GAC-MECTRON	Grupo de Acompanhamento e Controle na Empresa Mectron
HILS	Hardware in the Loop
IBAS	Fórum Índia, Brasil e África do Sul
ICT	Instituto(s) de Ciência e Tecnologia
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
JPT	Equipe Conjunta de Projeto (<i>Joint Project Team</i>)
LBDN	Livro Branco da Defesa Nacional
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia

MD	Ministério da Defesa
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MRE	Ministério das Relações Exteriores
MTCR	<i>Missile Technology Control Regime</i>
MTT	Mecanismos de Transferência de Tecnologia
PAED	Plano de Articulação e Equipamento de Defesa
PEMAER	Plano Estratégico Militar da Aeronáutica
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SAAF	South African Air Force (Força Aérea Sul-Africana)
SIMIS	Seeker Image and Missile Simulation
TI	Tecnologia da Informação
TT	Transferência de Tecnologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.2 Justificativa	16
1.3 Estrutura do Trabalho.....	18
2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E MODELOS DE AVALIAÇÃO.....	20
2.1 Transferência de Tecnologia.....	20
2.2 Transferência de Tecnologia e Inovação	26
2.3 Transbordamentos	28
2.4 A Transferência de Tecnologia e o Seu Valor Econômico	30
2.5 Modelos de Transferência de Tecnologia	32
2.5.1 Modelos Quantitativos de Transferência de Tecnologia.....	33
2.5.2 Modelos Qualitativos para Transferência de Tecnologia	35
a) Modelo de Schllie, Radnor e Wad	35
b) Modelo <i>Stage-Gate</i>	36
c) Modelo de Mudança de Papel (<i>Role Shifting Model</i>)	39
d) Modelo de Transferência de Tecnologia de Eficácia Contingente (<i>Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer</i>)	39
2.6 Fatores Críticos	46
3 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	51
3.1 Questões das Entrevistas	54
3.2 Critérios a Serem Investigados	56
4 O PROJETO A-DARTER	58
4.1 Os Mísseis Ar-Ar	59
4.2 Parcerias Estratégicas e Cooperação.....	61
4.3 Contexto Histórico da Parceria Brasil África do Sul	63
4.4 A Estrutura do Projeto A-Darter	67
4.5 O Modelo Peculiar de Transferência de Tecnologia.....	69
4.6 Empresas Participantes	71
4.7 Fatores Críticos e Resultados Alcançados	74
5 RESULTADOS DA PESQUISA	81
5.1 1ª Dimensão - Agente da Transferência.....	81
5.2 2ª Dimensão - Meio de Transferência.....	85

5.3 3ª Dimensão – Objeto da Transferência.....	87
5.4 4ª Dimensão – Receptor da Transferência	89
5.5 5ª Dimensão – Ambiente da Demanda	94
5.6 Sugestões e Observações dos Entrevistados	95
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS.....	103
APÊNDICE A – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa	
(Cedente).....	115
APÊNDICE B – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa	
(Intermediário)	117
APÊNDICE C – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa	
(Cessionário)	119

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Defesa (PND) expressa os objetivos a serem alcançados com vistas a assegurar a Defesa Nacional. Em seu conteúdo, está estabelecida a concepção política da defesa, que destaca a necessidade de atualização e aparelhamento permanente das Forças Armadas, de maneira a se manterem adequadamente preparadas e equipadas, a fim de serem capazes de cumprir sua missão constitucional de defesa do Território Nacional, da soberania e dos interesses nacionais, bem como prover a adequada capacidade de dissuasão (BRASIL, 2012).

Para o cumprimento dessa missão, o documento destaca a importância da Ciência e Tecnologia (C&T) como fator preponderante para a Defesa Nacional. Nesse contexto, o desenvolvimento da indústria nacional de defesa é apontado como fundamental para a redução da dependência tecnológica e consequentes impactos das restrições de acesso a tecnologias sensíveis (BRASIL, 2012).

Alinhado a essa política e atendendo a um convite formulado pelo Ministério da Defesa da República da África do Sul ao Ministério da Defesa do Brasil, foi celebrada, no ano de 2006, uma parceria estratégica entre os dois países, visando o desenvolvimento de um míssil de última geração, incorporado com a tecnologia mais moderna disponível.

A parceria buscava o desenvolvimento conjunto de um Míssil Ar-Ar, de Curto Alcance (entre 8 e 12 km), de 5.^a geração. O míssil seria desenvolvido, conforme os requisitos operacionais definidos pela Força Aérea Sul-Africana (SAAF) e pela Força Aérea Brasileira (FAB), para ser utilizado nas aeronaves de caça de ambos os países.

O Projeto binacional, que recebeu no Brasil a denominação de A-Darter (Agile Dart) e ASSEGAAI na África do Sul, se coadunava com as diretrizes estabelecidas na PND, apresentando oportunidades de ganhos operacionais, tecnológicos e comerciais para todos os partícipes.

O desenvolvimento do A-Darter significaria muito em termos de inovação e competitividade ao Parque Industrial Aeroespacial brasileiro, com a possibilidade de proporcionar um maior desenvolvimento das empresas nacionais no campo dos mísseis de alta tecnologia e contribuindo para elevar a autonomia nacional em

inovação e produção de produtos de tecnologia avançada do setor militar internacional (BRASIL, 2006).

O Projeto A-Darter apresentava, ainda, o potencial de permitir a capacitação dos técnicos brasileiros em tecnologias de difícil acesso, nas áreas de propulsão, algoritmos de controle, imageadores infravermelhos, contramedidas eletrônicas e sensores inerciais (FRANCHITTO; REBOUÇAS, 2009).

O Projeto foi concebido com a proposta de desenvolvimento conjunto binacional e transferência de tecnologia compartilhada. A responsabilidade do desenvolvimento ficou a cargo de uma empresa sul-africana, com a participação de especialistas do Comando da Aeronáutica e de empresas brasileiras, atuando conjuntamente na África do Sul e no Brasil, com o objetivo de assimilar toda a tecnologia a ser desenvolvida e reproduzir os principais sistemas do míssil no Brasil (BRASIL, 2006).

Delimitando o assunto, nesta dissertação pretendeu-se verificar a efetividade do modelo de transferência de tecnologia adotado para o Projeto A-Darter, bem como seus resultados alcançados, com ênfase nos possíveis impactos ao alcance dos objetivos estabelecidos na PND¹.

A pesquisa foi desenvolvida com base em material publicado disponível e por meio de levantamentos dos relatórios do projeto constantes do Processo Administrativo de Gestão (PAG) do Projeto A-Darter, na Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), organização do COMAER que tem como missão a coordenação dos trabalhos relativos ao desenvolvimento e aquisição de aeronaves de combate e sistemas relacionados para a FAB, além de entrevistas semi estruturadas com representantes das empresas participantes e oficiais da Força Aérea que atuaram no projeto.

1.1 Objetivos

Esta pesquisa conta com um objetivo geral (OG) e quatro objetivos específicos (OE).

Objetivo Geral: Analisar a efetividade do modelo de transferência de tecnologia adotado no Projeto A-Darter, em relação aos objetivos estabelecidos para

¹ Manter as Forças Armadas adequadamente preparadas e equipadas, a fim de serem capazes de cumprir suas missões constitucionais.

o projeto, especificamente aqueles referentes à capacitação das empresas nacionais no desenvolvimento de sistemas complexos de tecnologias de defesa, voltadas para o reaparelhamento da Força Aérea.

Objetivos Específicos:

OE1: Identificar a estrutura de transferência de tecnologia adotada no Projeto A-Darter.

OE2: Verificar a convergência dessa estrutura de transferência de tecnologia aos modelos teóricos de transferência de tecnologia disponíveis.

OE3: Levantar a efetividade da transferência de tecnologia do Projeto A-Darter na capacitação tecnológica das empresas nacionais participantes, com base no Modelo de Transferência de Tecnologia Eficácia Contingente (*Contingent Effectiveness Model Of Technology Transfer*), de Bozeman (2000).

OE4: Investigar as possibilidades de transbordamento do conhecimento absorvido na transferência de tecnologia do Projeto para aplicação na base industrial de defesa brasileira.

1.2 Justificativa

Os sofisticados equipamentos militares da atualidade são formados por um conjunto complexo de sistemas e incorporados com as mais modernas tecnologias disponíveis. Esses sistemas tecnológicos estão associados a conhecimentos estratégicos que demandam vultosos recursos para pesquisa e desenvolvimento, que dificilmente são comercializados e disponibilizados. O acesso às tecnologias incorporadas a esses equipamentos é restrito e controlado por um grupo pequeno de países que dominam um mercado altamente especializado (BRASIL, 2006).

Um exemplo desse controle é o *Missile Technology Control Regime* (MTCR)², uma associação informal de países que foi criada em 1987, com o objetivo de contribuir para o combate à proliferação de mísseis de destruição em massa. Ancorado nesse objetivo, o MTCR exerce um rígido controle das exportações sobre bens e tecnologias de mísseis e serviços diretamente relacionados (BRASIL, 2018). O Brasil ingressou no Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis em 27 de outubro de 1995, sendo a Área de Mísseis da Coordenação-Geral de Bens

² Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis, mais conhecido como MTCR, do inglês *Missile Technology Control Regime*.

Sensíveis (CGBS) o ponto focal da implantação e implementação do regime no país (BRASIL, 2018).

Como se pode depreender da preocupação dos países em criar um regime de controle específico para mísseis, se a transferência de tecnologias militares, em geral, é considerada estratégica e não é oferecida ou comercializada normalmente, a tecnologia de mísseis é ainda mais restrita e de difícil acesso, daí a importância estratégica do Projeto A-Darter para o Brasil (LONGO, 2013).

O projeto reveste-se de importância, também, pois vai ao encontro de um dos Objetivos Nacionais de Defesa, estabelecido na Política Nacional de Defesa (PND): “IX. desenvolver a indústria nacional de defesa, orientada para a obtenção da autonomia em tecnologias indispensáveis (BRASIL, 2012, p.30).

Tomando como base a PND, o Comando da Aeronáutica editou Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), com a finalidade de “orientar, de forma integrada e articulada com a Concepção Estratégica da "FORÇA AÉREA 100", as ações a serem desenvolvidas pela FAB, considerando o horizonte temporal de 2018 a 2027” (BRASIL, 2018).

No documento, o Comando da Aeronáutica ao delinear o cenário considerado no seu planejamento estratégico, estabelece duas diretrizes que servem de parâmetro para as ações de aparelhamento da força e demonstram, mais uma vez, a relevância dos processos de capacitação da indústria de defesa nacional:

6.3.7.2 Estabelecer parcerias estratégicas e acordos de cooperação com instituições internacionais, nacionais e governamentais, a fim de promover a obtenção de conhecimento e o domínio tecnológico nas áreas de interesse. (BRASIL, 2018, p.33).

6.3.7.7 Estimular a BID no desenvolvimento e nacionalização dos produtos aeroespaciais mais significativos e de maior valor agregado, bem como para aqueles considerados sensíveis e passíveis de embargo. (BRASIL, 2018, p.33).

Na leitura dos extratos do PEMAER supramencionados é possível inferir a relevância das parcerias estratégicas para a obtenção de desenvolvimento tecnológico com a participação do parque industrial brasileiro, na produção de produtos de defesa voltados para o aparelhamento e modernização da Força Aérea Brasileira, o que se alinha ao objeto desta pesquisa.

Por tratar-se de um projeto com propósito de desenvolvimento conjunto de um sistema complexo, incorporando as tecnologias mais modernas disponíveis no mercado, aliado à transferência da tecnologia decorrente para empresas brasileiras

participantes, o modelo de transferência de tecnologia adotado para Projeto A-Darter apresenta características peculiares que o distinguem de outros projetos do setor de Defesa, gerenciados pelo COMAER.

No momento em que, após decorridos treze anos da assinatura do contrato, o Projeto A-Darter concluiu a sua campanha de certificação e está na fase de recebimento das últimas etapas contratuais, é oportuno que se investigue os resultados alcançados comparando-os com os objetivos propostos inicialmente e identificando a possibilidade de correções para os projetos futuros.

Dessa forma, considerando a relevância do Projeto A-Darter, uma vez que os seus resultados repercutem tanto na esfera operacional, quanto na esfera das tecnologias críticas e estratégicas para a indústria de defesa, a presente pesquisa se reveste de importância: para a FAB, na medida em que contribui para o seu planejamento estratégico; para o governo brasileiro, na consecução da sua Política de Defesa com vistas à independência operacional e tecnológica, conforme preconizado pela Política Nacional de Defesa (BRASIL, 2012), e para comunidade científica, na medida em que poderá apresentar uma análise do modelo de transferência de tecnologia utilizado para o projeto, servindo como parâmetro de lições apreendidas para futuros projetos de transferência de tecnologias sensíveis.

1.3 Estrutura do Trabalho

Após a presente introdução, no intuito de possibilitar o suporte teórico necessário para uma análise criteriosa, com a devida compreensão da complexidade das variáveis que envolveram o processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter, no capítulo 2 é apresentado um referencial teórico que transcorre sobre a conceituação de tecnologia; da transferência de tecnologia e seus modelos de transferência, com destaque para o Modelo de Transferência de Tecnologia Eficácia Contingente de Bozeman (2000), pela sua afinidade com a proposta desta pesquisa. Com base na revisão bibliográfica de Ramanathan (2008), nesse capítulo são abordados, também, os principais fatores críticos, barreiras e as lições para o gerenciamento eficiente de TT, buscando identificar a ocorrência desses fatores e seus impactos nos resultados apresentados no Projeto A-Darter.

No capítulo 3 descreve-se o delineamento do estudo, desde as questões das entrevistas até os quesitos a serem investigados, passando pelo protocolo de pesquisa e do tratamento dos dados coletados.

No Capítulo 4 o Projeto A-Darter é apresentado, abordando sua estrutura, com ênfase em seu modelo peculiar de TT e as empresas participantes do processo de desenvolvimento conjunto. Nesse capítulo são ainda apresentados os resultados atingidos ao final do projeto.

Em seguida, no Capítulo 5, são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, com a análise dos dados coletados e das entrevistas realizadas com oficiais das Forças Aéreas do Brasil e da África do Sul, bem como representantes civis das empresas brasileiras e sul-africanas, contratadas para o desenvolvimento do A-Darter.

Concluindo, são apresentadas as considerações finais sobre os achados relacionados ao modelo de transferência de tecnologia empregado no Projeto A-Darter, bem como sobre as principais lições aprendidas com esse Projeto.

2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E MODELOS DE AVALIAÇÃO

A transferência de tecnologia (TT) não é um fenômeno novo, ela vem acompanhando o desenvolvimento das sociedades, ainda que sem uma estrutura ou modelo formal, como demonstrado na pesquisa de Segman (1989) sobre o papel dos árabes na transferência de tecnologias do leste para o oeste, e sobre a transferência de conhecimentos da indústria têxtil inglesa para a indústria têxtil americana nos séculos XVIII e XIX (IRWIN; MOORE, 1991).

Estudiosos do tema apontam um fato ocorrido, ainda no século XVIII, como um dos primeiros episódios que se tem notícia de transferência de tecnologia decorrente de espionagem industrial. O fato, atribuído como espionagem, ocorreu quando a França conseguiu obter os conhecimentos da produção de aço, trazidos pelos trabalhadores contratados das fábricas inglesas. Ainda naquele período, é importante ressaltar que também o sucesso da indústria têxtil americana nos séculos XVIII e XIX é atribuído à transferência de conhecimento e perícia pela indústria têxtil inglesa (IRWIN; MOORE, 1991).

Os exemplos de sucesso, como esses mencionados, despertaram a atenção para a importância da tecnologia como fator preponderante para o desenvolvimento econômico e para a necessidade de um estudo direcionado à compreensão do processo de transferência de tecnologia (TT).

Dada a complexidade e amplitude de variáveis que envolvem um processo de TT, para que seja possível a análise e compreensão do Projeto A-Darter, objeto desta pesquisa, neste capítulo são abordadas as definições de ciência, tecnologia e técnica, destacando a distinção dessa tríade. Na sequência, será inserido o conceito de inovação e a sua relação com a definição contemporânea de transferência de tecnologia apresentando os diferentes tipos de transbordamentos de tecnologia, com ênfase para o seu valor econômico. Concluindo o referencial teórico, serão abordados, de forma sucinta, alguns exemplos de modelos de TT, com destaque para os modelos com mais afinidade com o objetivo desta pesquisa.

2.1 Transferência de Tecnologia

Ainda que a transferência de tecnologia não seja um fenômeno recente, os estudiosos sobre o tema concordam que a sua definição é difícil devido à

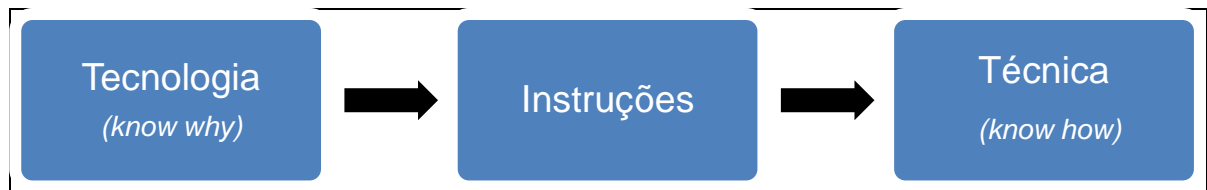
complexidade do processo. Embora a tarefa seja difícil, essa definição é primordial para o entendimento e a identificação do verdadeiro objeto de um processo de transferência de tecnologia (ROBINSON, 1991).

O desafio começa pela distinção entre os termos da tríade ciência, tecnologia e técnica. Inicialmente poderíamos definir a ciência como uma atividade de busca do conhecimento ou como um sistema de conhecimento decorrente dessa atividade (LONGO, 2007). Já a tecnologia seria a aplicação sistemática da ciência (conhecimento científico organizado) para realização de atividades práticas do cotidiano. Dentro de uma visão filosófica e objetiva, De Vore (2009), afirma que a ciência está preocupada com “o que é” enquanto que a tecnologia está preocupada com “o que deve ser”.

Para o entendimento correto da definição de transferência de tecnologia, é primordial a sua distinção de um outro substantivo, a técnica, que embora muito próximos em sua origem, atribuída ao substantivo grego *techne*, que significa arte ou habilidade, possuem significados completamente distintos (BOZEMAN, 2000).

Muito embora a técnica derive da tecnologia, elas não podem ser entendidas com o mesmo significado. Partindo da definição de Longo (2013), podemos entender a correlação entre as duas palavras da seguinte forma: o domínio do conjunto organizado de conhecimentos sobre determinado tema, que constitui a tecnologia, ou seja, o conhecimento do saber porque (*know why*), possibilitará a elaboração da técnica ou a experiência do como fazer (*know how*) necessária para a sua aplicação prática. Essa técnica decorrente será consubstanciada em instruções necessárias à produção de bens e de serviços, que serão materializadas sob a forma de plantas, desenhos, especificações, normas e manuais.

Resumidamente, a tecnologia pode ser entendida como um conjunto organizado que abrange todos os conhecimentos científicos, empíricos ou intuitivos empregados na produção e comercialização de bens e serviços (*know why*) enquanto a técnica seriam as instruções necessárias à produção de bens e de serviços (plantas, desenhos, especificações, normas, manuais) (*know how*) (LONGO, 2007).

Figura 1: Tecnologia e Técnica

Fonte: (LONGO, 2007).

Essa distinção é de suma importância porque a transferência de tecnologia pressupõe a transmissão de todos os conhecimentos que a geraram, ou seja, o seu domínio completo, não podendo ser confundida com o simples ensinamento da técnica empregada. Ainda que as instruções necessárias à produção de bens e serviços tenham sua origem no conjunto de conhecimentos provenientes do domínio da tecnologia, a simples posse dessas instruções (plantas, desenhos, especificações, normas, manuais) e a capacidade de usá-las, não significam que, automaticamente, o usuário tornou-se detentor dos conhecimentos (tecnologia) que a originaram (LONGO, 2007).

Dessa forma, o domínio e posse da técnica, que seriam as instruções do “como fazer” (*know how*), definidas pelo autor como “expressões materiais e incompletas dos conhecimentos” não significa, necessariamente, que o seu possuidor seja detentor da tecnologia pertinente, que seriam os conhecimentos que lhe deram origem.

Longo (2007) critica a maneira equivocada como palavra tecnologia tem sido empregada, na maioria das transações comerciais para designar apenas instruções de como fazer, em substituição aos verdadeiros conhecimentos que originaram o produto específico.

Segundo a crítica desse autor, muitas das negociações que supostamente envolveriam a transferência de tecnologia de grandes multinacionais para países em desenvolvimento, na verdade não passam de fornecimento de treinamento para reprodução de técnicas de produção de produtos e utilização de equipamentos.

A título de exemplo, quando uma multinacional fabricante de automóveis coloca em funcionamento, num país em desenvolvimento, os equipamentos mais modernos para fabricação dos seus veículos, não se pode afirmar que aquele país está dotado da mais alta tecnologia de fabricação daquele produto. Na realidade,

esse país estará dotado apenas das mais modernas instruções da técnica da sua produção.

Esse é o exemplo que Viotti (2001) classifica como Sistema de Aprendizado Passivo, muito utilizado nas denominadas economias retardatárias, onde segundo ele a estratégia tecnológica se baseia essencialmente na absorção de capacitação para produção de produtos manufaturados. Nesse modelo de aprendizado tecnológico são desenvolvidas apenas capacidades para absorção de tecnologias geradas em outros países, que são aperfeiçoadas com a experiência de produção (VIOTTI, 2001).

Segundo o entendimento desse autor, a essência da transferência de tecnologia estaria nos denominados Sistemas Nacionais de Inovação, encontrados nas economias dos países industrializados, que se diferem por possuírem além da capacidade de absorver tecnologias de produção já existentes, a condição de incorporação de novas capacitações tecnológicas que lhes permitam aperfeiçoar, empreender inovações e criar novas tecnologias derivadas, classificado por ele como Sistemas Nacionais de Aprendizado Tecnológico Ativo (VIOTTI, 2001).

Sendo assim, para que a transferência de tecnologia possa ser considerada bem-sucedida, o seu recebedor, o cessionário, deve estar em condições de efetivamente utilizar a tecnologia transferida e eventualmente adaptá-la, comprovando a sua completa assimilação, que pode se dar pelo fazer (*learning by doing* - aprender fazendo), pela utilização (*learning by using* - aprender usando) ou ainda, pelo estudo dos documentos técnicos e da literatura científica e tecnológica (CYSNE, 2005).

O entendimento dessa distinção é crucial para a correta compreensão do que seja o potencial ou independência tecnológica do parque industrial de uma nação. Na definição mais ampla de Mittleman e Pasha (1997 apud LONGO, 2007) a transferência de tecnologia é o movimento do conhecimento, habilidade, organização, valores e capital, desde o ponto de geração até o local de adaptação e aplicação.

Existem ainda, alguns autores que se referem à tecnologia como sendo ciência aplicada. Embora essa definição seja aceitável, ela não pode ser considerada como uma verdade absoluta, ainda que a tecnologia esteja quase sempre associada aos conhecimentos científicos. Jorge Sabato (1974, apud RAMANATHAN, 2008) usava como exemplo de exceção a essa regra a invenção do

container que, mesmo sendo uma das tecnologias de maior sucesso, que revolucionou o setor de transportes, não envolveu nenhum conhecimento científico específico (RAMANATHAN, 2008).

Sáenz e Capote (2002), fazendo um paralelo com a ciência, procuram definir a tecnologia sob dois enfoques distintos: como um conjunto de conhecimentos, englobando conhecimentos empíricos e científicos, bem como habilidades, experiências necessárias para a produção, comercialização e utilização de bens e serviços. Sob o outro enfoque, a tecnologia seria a atividade da busca de aplicações para esse conjunto de conhecimentos.

Voltando à análise do conceito de transferência de tecnologia, Ramanathan (2008) a define genericamente como o processo do movimento da tecnologia de uma entidade para a outra. Philips (2002) complementa afirmando que o conceito se torna mais abrangente quando se classifica o movimento da tecnologia entre diferentes domínios, ou seja, do laboratório para a indústria, de países desenvolvidos para subdesenvolvidos e de um campo do conhecimento ou aplicação para outro diferente.

Numa visão de política de governos, a transferência de tecnologia tem como objetivo melhorar as condições de vida em locais ou países de menor desenvolvimento, mediante a produção de bens de consumo de maior valor agregado, o que leva ao aperfeiçoamento dos recursos humanos empregados na produção e aumento no volume de negócios do mercado local (RAMANATHAN, 2007).

Sobre o fluxo de tecnologia, Mittleman e Pasha (1997) afirmam que a transferência de tecnologia é o movimento do conhecimento, habilidade, organização, valores e capital, desde o ponto de sua origem até o local de sua aplicação ou adaptação.

Dependendo do caminho ou sentido desse movimento de conhecimento, alguns autores como Mansfield (1975) classificam o processo de transferência de tecnologia em vertical e horizontal. A transferência vertical caracteriza-se pelo movimento de tecnologia, entre as suas diversas fases, desde o início na pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, ao desenvolvimento e encerrando na produção. A transferência horizontal de tecnologia refere-se ao movimento da tecnologia aplicada em determinado local, empresa, organização ou contexto para outro.

Alguns autores como Souder (1989), apresentam outra classificação para esse movimento de tecnologia com base no ambiente, denominando o primeiro movimento como transferência interna de tecnologia e o último como transferência de tecnologia externa. O autor supracitado enfatiza que a transferência de tecnologia horizontal pode ter sua origem em qualquer fase do ciclo da transferência vertical (RAMANATHAN, 2008).

Figura 2: Fluxo de transferência de tecnologia



Fonte: Bennett (2002).

Nesse contexto, é importante destacar que a presente pesquisa se dedica ao segundo movimento de transferência de tecnologia, aquele classificado como transferência horizontal ou externa, uma vez que é esse padrão de movimento o que mais se assemelha ao modelo do processo de transferência da tecnologia do míssil A-Darter. Nesse modelo, estabeleceu-se o fluxo de tecnologia desenvolvida pela empresa Sul-Africana Denel para as organizações brasileiras participantes (governo, indústria e instituições científicas e tecnológicas) com o fito de habilitá-las a entender e absorver todas as fases de seu desenvolvimento, capacitando-as a produzir e adaptar essa tecnologia de forma independente no futuro.

Finalmente, é também necessário examinar a distinção entre transferência de tecnologia e difusão de tecnologia, que apesar de possuírem semelhanças, são processos distintos. Existe uma corrente de pesquisadores e especialistas que tendem a se referir às duas expressões dentro de um mesmo contexto, notadamente quando inserem a inovação no contexto da definição da transferência de tecnologia,

“a transferência de tecnologia se dá através do compartilhamento de uma invenção ou inovação” (BRAGA JUNIOR, PIO, ANTUNES, 2009).

A principal diferença entre os dois processos é que na literatura em geral, a difusão da tecnologia, sugere que o termo está associado à disseminação, na maioria das vezes de forma passiva, do conhecimento tecnológico relacionado a uma inovação específica de interesse de determinada comunidade científica. A transferência de tecnologia, por outro lado, trata-se de um processo proativo para disseminar ou adquirir conhecimento, experiência e artefatos relacionados (HAMERI, 1996). Diferente da difusão, a transferência de tecnologia é intencional e orientada para objetivos específicos. Outra distinção entre elas é que a transferência pressupõe concordância, ao contrário da difusão que é um processo livre (RAMANATHAN, 2008).

2.2 Transferência de Tecnologia e Inovação

Como foi visto anteriormente, a ciência e a tecnologia se inter-relacionam e muitas vezes se confundem como um conceito único. Na atualidade, os estudiosos passaram a associar outro conceito ao processo, estabelecendo uma tríade que está inter-relacionada com a transferência de tecnologia “ciência – tecnologia – inovação”, componentes que estão intrinsecamente ligados e relacionados à definição contemporânea de transferência de tecnologia: “é a movimentação da inovação tecnológica de uma organização de P&D para uma organização receptora” (ROGERS; TAKEGAMI; YIN, 2001, p.254).

Segundo esse entendimento, o processo de transferência de tecnologia está associado ao compartilhamento de uma invenção ou inovação entre diferentes organizações, sejam elas privadas ou públicas (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

Nessa definição, mas uma vez surge a necessidade de se fazer a distinção entre dois termos muito parecidos, frequentemente utilizados na área da propriedade intelectual, que tem relação entre si, mas que não podem ser confundidos pois possuem algumas diferenças básicas.

Muito embora inovar e inventar sejam verbos que representam uma ação semelhante que é trazer algo novo, eles não possuem o mesmo significado, na verdadeira acepção do conceito e são focados em objetivos diferentes. A invenção

tem como objetivo ou motivação principal a busca de uma solução prática para um problema, com foco no conhecimento, enquanto que a inovação busca a exploração comercial de uma invenção, tecnologia, produto ou processo já existentes para aplicá-lo de forma diferente, focado no desempenho econômico. De maneira resumida, pode-se entender a invenção como a concepção de uma ideia, enquanto que inovação seria a aplicação dessa ideia ou invenção voltada para a economia (ROMAN; PUETT JUNIOR, 1983).

Em uma tentativa de simplificar essa distinção, Puett Junior (1983) assevera que a maneira mais simples de se distinguir invenção e inovação é fazendo uso dos verbos “conceber” e “usar”. Segundo o autor, a invenção estaria relacionada com a concepção de uma ideia e a inovação seria a utilização dessa ideia.

Segundo a definição do Manual de Franscati, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2007) as atividades de inovação tecnológica são bastante abrangentes e englobam o conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais, incluindo os investimentos em novos conhecimentos, que visam a implementação de produtos ou processos novos ou melhorados. Segundo o grau de transformação desses produtos ou processos, a inovação pode ser dividida em duas espécies distintas:

- a) Inovação Incremental, que é aquela resultante do aprimoramento da técnica de fabricação com o acréscimo de novos materiais, desenhos ou embalagens que acrescentam novas utilidades ou melhorias evidentes aos produtos já existentes, sem alterá-los na sua essência, mas tornando-os mais competitivos que os produtos anteriormente existentes (MATTOS; STOFFEL; TEIXEIRA, 2010); e
- b) Inovação de Ruptura ou Radical, que é aquela derivada de novas ideias, que representam um salto tecnológico e mudam as características dos setores produtivos nos quais são utilizadas, resultando em produtos ou processos totalmente novos, que antes não existiam no mercado (MATTOS; STOFFEL; TEIXEIRA, 2010).

Importante destacar que, no nível das empresas, são consideradas inovações tecnológicas de produtos e de processos não somente a implementação de produtos e processos tecnologicamente novos, mas também aqueles já existentes que apresentem melhorias tecnológicas significativas. O nível mínimo considerado, para

empresas, corresponde a um produto ou processo “novo para a firma”, não tendo que ser “novo para o mundo” (OCDE, 2005).

A capacidade de inovação é apontada como uma competência essencial que pode determinar o sucesso ou fracasso de uma empresa num mercado caracterizado pela alta competitividade da atualidade. A demanda permanente por novas tecnologias coloca a necessidade de inovação como condição de sobrevivência para as empresas (SANTOS, TOLEDO, LOTUFO, 2009).

O processo de inovação é apontado também como uma forma das empresas se manterem em destaque no mercado implementando novas ideias, que serão colocadas em uso sob a forma de novas tecnologias, focadas na criação de produtos mais sofisticados, que substituirão os anteriormente existentes (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2015).

Trazendo a definição de transferência de tecnologia para o conceito de inovação pode-se afirmar que o processo ocorre a partir do momento em que há uma invenção ou inovação que pode ser compartilhada de alguma forma entre diferentes organizações, sejam elas privadas ou públicas. A tecnologia produzida a partir da transferência, ou seja, o produto ou processo a ser comercializado, deve gerar um impacto econômico favorável às partes envolvidas (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

2.3 Transbordamentos

Em relação à temática desta pesquisa, considera-se que o desenvolvimento do míssil A-Darter tem a possibilidade de permitir o acesso a tecnologias sensíveis que não são facilmente compartilhadas, como as associadas à detecção de infravermelho, a redes neurais de apoio à tomada de decisão, à simulação de ambientes dinâmicos, à óptica de alta precisão, ao controle de navegação, dentre outras (BRASIL, 2006).

O acesso a esse tipo de conhecimento e tecnologia é voltado para a capacitação da Base Industrial de Defesa para a produção, no país, de produtos que atendam às necessidades militares e que possam, eventualmente, ter aplicação no meio civil. Caso esses conhecimentos sejam transbordados, poderão permitir o desenvolvimento de novos produtos, tanto de emprego civil como no campo militar

(dual), caracterizando a ocorrência de um processo de transbordamento de tecnologia conhecido como *spin off*.

Danigno (2008) afirma que o efeito de *spin off* pode ser entendido como um transbordamento dos resultados tecnológicos e econômicos, desencadeados pelo gasto militar no setor da defesa para o setor civil da economia.

Outros autores classificam a transferência de tecnologia em interna, quando ocorre dentro da mesma organização, e externa, quando ocorre entre duas organizações distintas. Dentro do processo de transferência de tecnologia externa, pode haver o *spin off* ou o *spin in*, também denominado como infusão tecnológica, quando a tecnologia transferida é utilizada por um setor diferente daquele inicialmente desejado (BACH, COHENDET, SCHENK, 2002).

Seguindo esse raciocínio, se ocorre a transferência de tecnologia do setor aeroespacial para a área da saúde, por exemplo, o processo pode ser denominado como *spin-off*. Em sentido inverso, se ocorre a transferência de um setor da área da saúde, como o setor de ótica, para o setor espacial, o processo pode ser classificado como o *spin in* (ROGERS, TAKEGAMI, YIN, 2001).

Já o National Technology Transfer Center (NTTC) classifica o processo de transferência de tecnologia em três tipos distintos, seguindo uma definição baseada na sua origem entre organizações públicas e privadas.

O NTTC classifica como *spin off* a tecnologia que é desenvolvida por uma organização federal e transferida a uma organização privada, ou até mesmo a outra agência federal ou a governos locais. O *spin in* ocorreria no sentido inverso, quando as tecnologias desenvolvidas por organizações privadas, consideradas viáveis comercialmente, são transferidas para organizações públicas. O terceiro tipo, a tecnologia de uso dual, ocorre quando a tecnologia é desenvolvida em conjunto por organizações públicas e privadas, tendo os seus custos divididos por ambas (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

O Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) menciona o conceito da utilização de tecnologias incorporadas ao desenvolvimento de produtos de uso dual, referente à BID: “uma indústria de defesa competitiva e consolidada gera empregos qualificados e incentiva o desenvolvimento tecnológico com encadeamentos produtivos para outros setores da indústria” (BRASIL, 2016b).

2.4 A Transferência de Tecnologia e o Seu Valor Econômico

Na atualidade, as grandes empresas dependem cada vez mais da sua capacidade tecnológica para o crescimento e expansão de seus negócios. Enquanto internamente o esforço em pesquisa, através da concepção, desenvolvimento e fabricação de novos produtos para comercialização continua sendo importante, cada vez mais cresce o interesse na comercialização externa dessa tecnologia por meio da sua transferência para potenciais interessados.

Segundo Ramanathan (2007) isto pode ser atribuído principalmente “à globalização dos negócios, à liberalização de muitas economias em desenvolvimento, e maior ênfase na proteção da propriedade intelectual após a formação da Organização Mundial do Comércio (OMC).”

Sobre esse enfoque, a transferência de tecnologia pode ser entendida como um processo formal de comercialização de um produto (tecnologia) com o objetivo de gerar impacto econômico para as partes envolvidas (RAMSEY, 2019).

No mundo dos negócios contemporâneo, marcado pela demanda contínua por novos produtos e serviços, a transferência de tecnologia transformou-se no principal instrumento das estratégias tecnológicas e corporativas para processo de crescimento econômico das empresas (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

Estudiosos sobre o tema, como Vargas (1997), corroboram o pensamento de que diferentemente da ciência, cujo valor é intangível, a tecnologia possui valor econômico:

A tecnologia é, cada vez mais, conhecimento científico com valor agregado. Assim, não é de fato próprio falar-se genericamente em “transferência de tecnologia”. trata-se muito mais de uma operação de compra e venda, um comércio explícito ou implícito (VARGAS, 1997, p 1.).

A transferência de tecnologia em escala comercial pode ser definida como um acordo comercial, intencionalmente negociado entre ambas as partes, cedente e cessionário, orientado sob a forma de um processo proativo pelo qual a tecnologia flui de uma entidade que possui a tecnologia (o cedente) a uma entidade que procura a tecnologia (o cessionário). A transferência envolve custo e despesas negociadas e acordadas pelo cessionário e pelo cedente. Para que a transferência possa ser considerada bem sucedida, o cessionário deverá ter condições de

assimilar toda a tecnologia recebida e utilizá-la com sucesso para ganhos de negócios (RAMANATHAN, 2008).

Considerando o seu valor econômico, a tecnologia adquirida pode ser remunerada sob duas formas: pelo pagamento de *royalties* ou de um valor acrescido no custo da compra de um equipamento ou da contratação de cursos para a formação de recursos humanos que absorverão e utilizarão a tecnologia.

As operações de compra e venda de tecnologia, normalmente designadas de transferência de tecnologia e consubstanciadas em contratos específicos, partem da premissa de que o cedente transmitirá ao cessionário ou beneficiário, todo o conjunto de conhecimentos envolvidos naquela determinada tecnologia, ou seja, o seu domínio pleno (VARGAS, 1997).

Para que se proceda a transferência de tecnologia, na verdadeira acepção do termo, é necessário que o receptor possa absorver todos os conhecimentos correspondentes, estando em condições de adaptá-los às suas peculiaridades, bem como aperfeiçoá-los e até mesmo criar uma nova tecnologia derivada dos conhecimentos adquiridos (LONGO, 2013).

No Brasil, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), corrobora esse entendimento ao definir a transferência de tecnologia como uma negociação econômica e comercial que atendendo a determinados preceitos legais deve promover o progresso da empresa receptora e o desenvolvimento econômico do país (BRASIL, 2011).

O INPI estabelece a constatação de cinco fatores como condição para o reconhecimento da transferência de tecnologia: a) a inexistência da tecnologia negociada no país; b) que a tecnologia recebida importe em aumento da capacidade de produção da receptora; c) que haja responsabilidade da supridora pela tecnologia; d) que haja absorção ou autonomia, e; e) que o bem transmitido seja de natureza imaterial, ou seja, não se admitindo a tese da tecnologia implícita do hardware (PORTUGAL; RIBEIRO, 2004).

A transferência de tecnologia utiliza processos que visam criar condições e facilidades para o avanço tecnológico, permitindo a transferência de dados, informações, conhecimento e tecnologia entre universidade, centros de pesquisas, laboratórios e empresas, são os denominados Mecanismos de Transferência de Tecnologia (MTT) (LUZ, 2012).

Dentre os MTT, destacam-se os de relações institucionais formais, estabelecidos na forma de acordos ou convênios, com metas e objetivos definidos. Nessas relações, desde o início das tratativas, são definidos os objetivos específicos de colaboração, cujas relações possuem maior quantidade de objetivos estratégicos e de longo prazo (BONACCORSI; PICCALUGA, 1994).

É importante destacar que visando evitar conflitos durante essas relações estabelecidas, a literatura recomenda que os acordos de parceria sejam firmados antes do início do desenvolvimento em conjunto, definindo os direitos e obrigações de cada parte envolvida e delimitando a atuação de cada partícipe.

Esses acordos devem considerar que a transferência de tecnologia é um processo dinâmico, uma vez que a própria tecnologia é uma entidade dinâmica: uma tecnologia de alto nível de hoje se torna uma tecnologia convencional no amanhã e uma tecnologia obsoleta no dia seguinte (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

Dessa forma, para se evitar conflitos futuros, recomenda-se que esse ponto da versão de tecnologia a ser transferida esteja muito bem estabelecido entre o cedente e o cessionário. Se houver expectativas dinâmicas de transferência de tecnologia, elas devem estar claramente definidas no acordo de transferência (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015)

Vale lembrar que a extensão do dinamismo da transferência vai depender da compreensão mútua e da percepção desse dinamismo entre o transferidor e o cessionário, pois ainda que algumas organizações estejam satisfeitas apenas com a transferência de tecnologia, outras podem almejar a adoção de tecnologia aliada com a inovação tecnológica (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

2.5 Modelos de Transferência de Tecnologia

Conforme já discorrido ao longo deste capítulo, a transferência de tecnologia é um processo complexo, que envolve diversas variáveis, com alto valor econômico e que requer acordos formais estabelecendo todas as condições para a sua caracterização, dentre os quais o modelo e os mecanismos de transferência, bem como a comprovação da plena implementação e aceitação da tecnologia (TAKAHASHI, SACOMANO, 2002).

Considerando todas essas dificuldades e a complexidade do processo de transferência de tecnologia, pesquisadores, consultores e especialistas na área

sentiram a necessidade do desenvolvimento de modelos teóricos que facilitassem o planejamento e a implementação de um processo de transferência de tecnologia. Muitos desses modelos foram inspirados em experiências ocorridas em distintas situações envolvendo transações entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Ao longo do tempo houve uma alternância no predomínio entre modelos qualitativos e quantitativos. Os modelos qualitativos receberam mais ênfase no período compreendido entre a Segunda Guerra Mundial até o final dos anos setenta. Essa tendência mudou no início dos anos oitenta quando pesquisadores sentiram a necessidade de concentrar esforços no desenvolvimento de modelos quantitativos. O foco dos pesquisadores mais uma vez mudou no início do século XXI, quando retornaram a concentrar sua atenção nos modelos qualitativos (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

Durante todo esse período, inúmeros modelos de transferência de tecnologia foram desenvolvidos, utilizando métodos qualitativos e quantitativos. A escolha do método passou a depender de variáveis como o tipo de tecnologia a ser transferida, o perfil da entidade, e o tipo de transação a ser realizada. Cada modelo desenvolvido utiliza uma estratégia ou uma mistura de diferentes estratégias que melhor se enquadram às condições do ambiente das partes envolvidas na transferência, sejam elas nacionais ou internacionais, considerando o grau de dependência do parceiro e do risco envolvido (DI GUARDO; HARRIGAN, 2012).

Nas seções a seguir alguns exemplos desses modelos são apresentados de forma resumida, de maneira a elucidar algumas das características, presentes na maioria dos modelos quantitativos e qualitativos. Maior atenção foi dedicada aos modelos qualitativos devido às suas características se adequarem ao modelo proposto para o Projeto A-Darter, onde os principais elementos e fatores, que caracterizam esse modelo podem, de alguma forma, ser constatados e serviram de base para esta pesquisa.

2.5.1 Modelos Quantitativos de Transferência de Tecnologia

Ao longo do tempo, diferentes modelos de transferência de tecnologia quantitativos têm sido desenvolvidos visando permitir a avaliação objetiva do potencial de sucesso. Uma característica comum aos modelos quantitativos é a utilização de algum indexador como critério para aferição do potencial dos atores em

relação capacidade de transmissão e absorção da tecnologia a ser transferida (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015). O resultado da medição do índice específico de cada modelo vai servir de referência para a avaliação da possibilidade do desempenho do processo de TT. Alguns exemplos de indexadores podem ser observados nos modelos de Sharif e Akma (1980), Raz, Steinberg e Ruina (1982), Jafarieh, *et al.* (2001) e Pahamutthu (2011), selecionados pela peculiaridade de serem desenvolvidos para transferência de tecnologia para países em desenvolvimento e cujas principais características encontram-se resumidas no quadro 1.

Quadro 1: Exemplos de modelos quantitativos de transferência de tecnologia

Modelo	Ano	Ideia Central	Características principais
Sharif e Haq	1980	O sucesso do processo de TT está associado à Distância Tecnológico Potencial (DTP) ideal entre cessionário e cedente.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Distância Tecnológica Potencial - Papel passivo do transferidor e cessionário
Raz <i>et al.</i>	1982	Utiliza a Taxa de absorção tecnológica para o estabelecimento da estratégia para elaboração de um plano de execução e monitoramento mais eficiente e eficaz de TT.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Tacha de recuperação de Tecnologia (Catch Up Rate) - Papel passivo do transferidor e cessionário - Sem foco no meio ambiente
Hamid Jafriah	2001	Utiliza a taxa de integração de tecnologia como componente principal de medição da eficácia. Considera o impacto dos fatores socioeconômicos na tecnologia transferida.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de taxa de integração de tecnologia - foco na barreira de superação - Papel ativo do transferidor e cessionário
Pahamutthu Extended Quantitative	2011	Mede os potenciais de transferência de tecnologia que existem entre um transferidor e um cessionário, no nível industrial, incorporando tempo, nível tecnológico e uma distância tecnológica potencial dinâmica.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Índice de Tecnologia - Sem foco no meio ambiente - Papel ativo do transferidor e cessionário

Fonte: Adaptado de Kundu; Bhar, Pandurangan (2015).

Em uma breve análise desses modelos quantitativos, Kundu; Bhar, Pandurangan (2015) destacam a preocupação com os componentes precedentes (anteriores à transferência) e com o componente principal (transferência), requisitos

da transferência de tecnologia que estão diretamente relacionados com a capacidade potencial dos atores envolvidos em transmitir e receber a tecnologia.

O autor também destaca que os modelos quantitativos não se preocuparam com o componente final (pós-transferência) da TT, que estaria relacionado à implementação e impacto resultante do processo.

2.5.2 Modelos Qualitativos para Transferência de Tecnologia

Segundo Jagoda (2007), uma característica comum dos modelos qualitativos é a busca do delineamento das atividades relacionadas com o processo de gerenciamento da transferência de tecnologia e a identificação dos fatores e questões que possam impactar no seu resultado.

Neste tópico estão apresentados alguns exemplos de modelos qualitativos desenvolvidos para transferência de tecnologia bem-sucedida que se identificam com o modelo de TT do Projeto A-Darter.

a) Modelo de Schllie, Radnor e Wad

Esse modelo, simples e genérico, é considerado inovador pelo fato de ser o primeiro a enfatizar a importância do ambiente individual do cedente e do cessionário, bem como do ambiente maior que os envolve. O modelo proposto descreve, de maneira sistemática e abrangente, os sete elementos que podem influenciar o planejamento, implementação e eventual sucesso de um projeto de transferência de tecnologia, são eles (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015):

- 1) O cedente, que é a entidade vendendo a tecnologia;
- 2) O cessionário, que é a entidade comprando a tecnologia;
- 3) A tecnologia que está sendo transferida;
- 4) O mecanismo de transferência escolhido para a tecnologia selecionada;
- 5) O ambiente do cedente composto pelo conjunto de condições de operação do mesmo, onde existem atributos que podem influenciar a efetividade do processo que são sua condição e orientação econômica, estabilidade comercial, atitude e compromisso com o projeto de transferência e políticas de operação;

- 6) O ambiente de atuação do cessionário, também composto pelo conjunto de condições de operação do mesmo, incluindo os atributos que podem influenciar a efetividade do processo de absorção tecnológica que são sua infraestrutura física e organizacional, habilidades disponíveis, atitude e compromisso com o projeto de transferência, condição de desenvolvimento tecnológico, orientação e condição econômica e estabilidade comercial;
- 7) O ambiente comum a ambos, que envolve tanto o cedente quanto o cessionário, que pode variar em abrangência, partindo de uma análise restrita a atuação regional até uma ampliação para o cenário global.

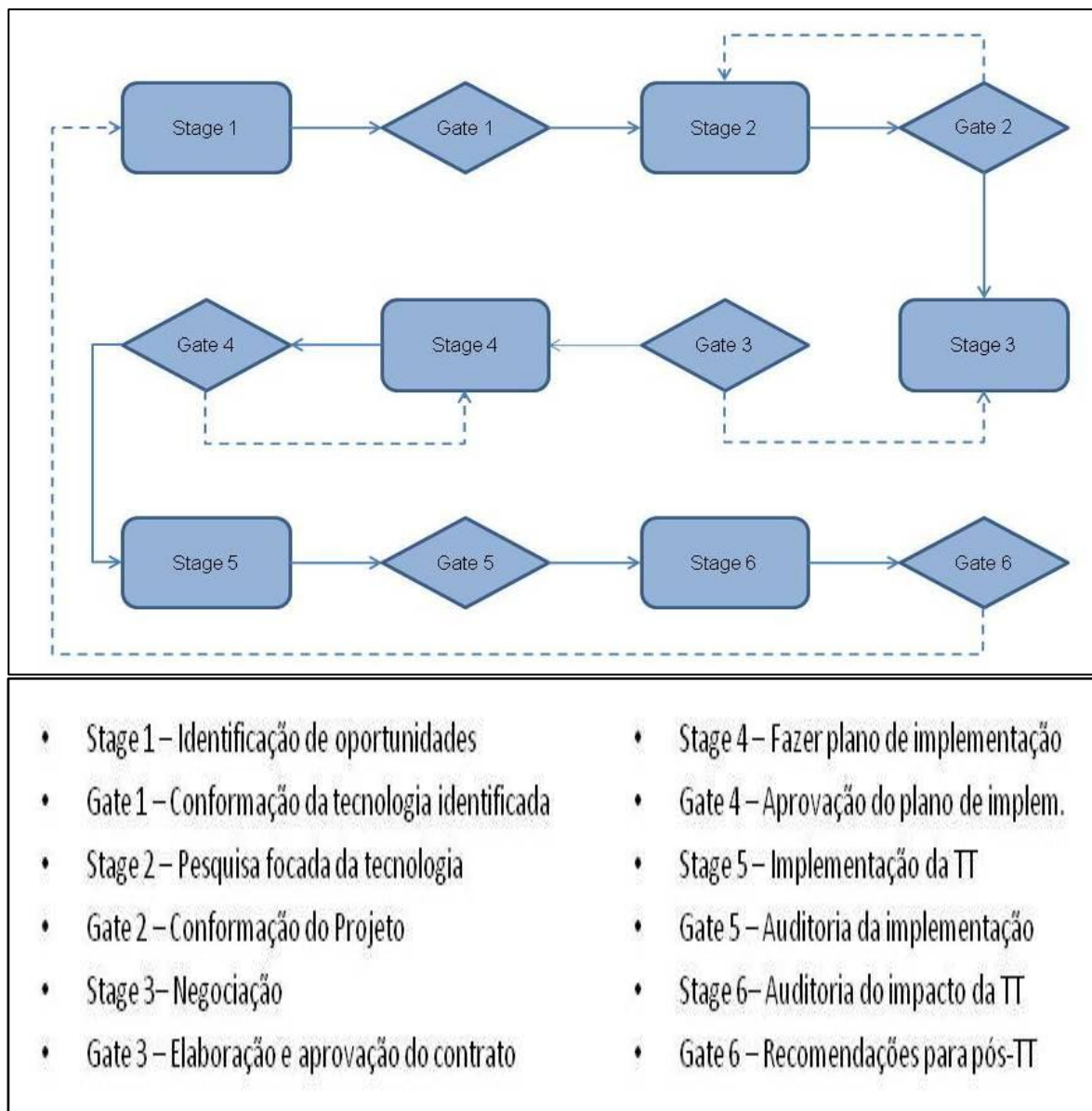
Ramanathan (2007) destaca que dentro desse ambiente maior, que envolve cessionário e cedente, existem fatores que podem ter grande influência no sucesso do processo de TT como as relações políticas entre governos, taxas de câmbio, “clima” das negociações comerciais, relatividade dos níveis tecnológicos e status dos acordos de propriedade intelectual.

b) Modelo *Stage-Gate*

Esse modelo conceitual foi proposto por Jagoda (2007) no intuito de desenvolver uma abordagem sistemática para o gerenciamento do processo de transferência de tecnologia internacional. O modelo, composto por seis estágios e portões predeterminados, divide o complexo processo de transferência de tecnologia em um conjunto sistemático de etapas, divididas em atividades, fases e pontos de decisão.

O modelo especifica um conjunto de entregas em cada estágio que são verificadas em relação a critérios predeterminados. As decisões são tomadas com base na avaliação de cada estágio para a tomada de decisão no próximo portão. A cada portão é tomada a decisão de prosseguir, retomar ao estágio anterior e, até mesmo, encerrar o processo (JAGODA; MAHESHWARI; LONSETH, 2010).

O modelo é mostrado esquematicamente na figura 3:

Figura 3: Fluxograma do Modelo *Stage Gate*

Fonte: Adaptado de Jagoda, Maheshwari e Lonseth (2010).

O Quadro 2 resume os principais problemas e recomendações elencados por Jagoda (2007) e Ramanathan (2007), com base no estudo dos modelos de transferência de tecnologia, utilizando a divisão sistemática do Modelo Stage-Gate proposto pelos autores.

Quadro 2: Barreiras e recomendações para a TT

STAGE	PROBLEMAS/BARREIRAS	RECOMENDAÇÕES
<i>Stage 1</i> Identificação de oportunidades	Seleção inadequada de tecnologia; Custos de compra, instalação, operação e manutenção da tecnologia elevados;	Análise prévia abrangente para o estabelecimento de todas as necessidades do projeto; identificar o maior número possível de fontes de tecnologia, visando possibilitar a escolha mais adequada do transferidor.
<i>Stage 2</i> Pesquisa focada na tecnologia	Tecnologia selecionada muito complexa para a capacidade do cessionário.	Escolhidos mecanismos mais apropriados para TT
<i>Stage 3</i> Negociação	Falta de confiança entre o cedente e o cessionário; incompatibilidade de objetivos; falta de consenso sobre preços, produtos e estratégias de marketing; pretensão de estabelecer prazos incompatíveis com realidade;	Criar canais efetivos de comunicação entre ambas as partes; consultar as autoridades governamentais para garantir a concordância com as políticas do governo; elaborar instrumento contratual detalhado abrangendo todas as fases incluindo a fase pós implantação.
<i>Stage 4,</i> Preparação do plano de implementação (planejamento)	O cedente subestima as barreiras para TT em países em desenvolvimento; Incapacidade de compreensão plena das necessidades do cessionário; superestimação das capacidades tecnológicas do cessionário; incompatibilidade entre os objetivos do cedente e cessionário; inadequação dos mecanismos escolhidos para implementar a transferência.	Percepção correta dos ambientes do cessionário e do transferidor, bem como do ambiente maior que os envolve; criterioso estudo de viabilidade; exame detalhado e abrangente de todo o processo, desde a “busca de tecnologia” até as atividades “pós-implementação”; a seleção dos mecanismos deve considerar os aspectos de capacidade tecnológica do cessionário, novidade, importância estratégica e o nível de proteção da propriedade intelectual necessário;
<i>Stage 5</i> Implementação do projeto de TT	Escassez de gerentes experientes; Falta de confiança do cessionário nos sistemas desenvolvidos pelo cedente; Incapacidade de atingir metas de qualidade; Atraso na obtenção de materiais suplementares; alto custo e baixa qualidade dos materiais necessários, disponíveis no mercado local da transferência; Acompanhamento inadequado da tecnologia durante a implementação; superação de custos estimados devido à implementação deficiente.	Estabelecimento de marcos e pontos de decisão; o desenvolvimento habilidades sólidas de engenharia e gerenciamento de projetos é importante para o cessionário; o cessionário deve estar envolvido em todas as etapas do projeto de transferência de tecnologia, desde o início do planejamento até a sua implementação;
<i>Stage 6</i> avaliação do impacto da transferência de tecnologia realizada.	Benefícios intangíveis de difícil mensuração; resultados só se materializarão ao longo da vida do Projeto.	Os impactos a serem considerados devem incluir todos os aspectos envolvidos: financeiro, mercado, tecnológico e organizacional.

Fonte: Adaptado de Jagoda (2007) e Ramanathan (2007).

Segundo Kundu; Bhar; Pandurangan (2015) esse modelo é considerado de grande utilidade nos países em desenvolvimento por ser muito elaborado e realista, sendo supostamente concebido para cuidar de todo o processo de transferência, desde a sua concepção até a conclusão. A vantagem dessa abordagem passo-a-passo é que ela permite identificar antecipadamente os projetos com baixo desempenho, possibilitando uma tomada de decisão sobre o seu prosseguimento ou necessidade de retrabalho, evitando o desperdício de recursos. Esse modelo permite que sejam minimizados os riscos de insucesso no processo de TT.

A crítica a esse modelo é não atentar para elementos fundamentais como objetivo, estratégia, plano de negócios do transferidor e cessionário ou sua força ou fraqueza no modelo de ciclo de vida. A outra crítica que se faz é que o modelo não enfatiza muito a medição da eficácia e a criação do espírito de inovação (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

c) Modelo de Mudança de Papel (*Role Shifting Model*)

Adotando a premissa de que o objetivo final da transferência de tecnologia é incentivar no cessionário o “espírito” da procura do desenvolvimento da tecnologia assimilada e a busca pelas possíveis inovações decorrentes, esse modelo mostra como o cessionário de hoje assume o papel do cedente de amanhã. Segundo esse modelo, um alto nível de educação continuada e treinamento, bem como planos elaborados para a colaboração entre o cedente e o cessionário são essenciais para o deslocamento de papéis.

O modelo apresenta um conceito único e definitivo de transferência de tecnologia bem-sucedida, que utiliza como padrão de eficácia a condição do cessionário assumir o papel de transferidor futuro da tecnologia. A crítica a esse modelo se deve à ausência de uma proposta de estrutura de trabalho para alcançar este papel (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

d) Modelo de Transferência de Tecnologia de Eficácia Contingente
(*Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer*)

Em um trabalho de revisão da literatura sobre transferência de tecnologia, que utilizou como fonte de estudos a tecnologia criada em universidades e laboratórios estatais, Bozeman (2000) idealizou um modelo que adotava como

premissa que os atores do processo de TT possuem critérios de eficácia e objetivos distintos.

O termo “contingente” desse modelo procura indicar que, por definição, a transferência de tecnologia inclui várias partes que possuem vários objetivos e, conseqüentemente, critérios múltiplos de eficácia (BOZEMAN, 2000).

Para a investigação da efetividade, o modelo estabelece que a análise do processo deve considerar as cinco dimensões que são determinantes para a sua eficácia: (1) características do agente de transferência, (2) características do meio de transferência, (3) características do objeto da transferência, (4) ambiente da demanda e (5) características do receptor. As características das cinco dimensões encontram-se sintetizadas no quadro 3.

Quadro 3 - Dimensões do Modelo de Eficácia Contingente

Dimensão	Foco	Objeto
Agente da transferência	A natureza da instituição ou organização que deseja transferir a tecnologia, sua história e cultura.	Agência do governo, Universidade, Empresa privada e etc.
Meio de transferência	O veículo, formal ou informal, pelo qual a tecnologia é transferida.	Literatura, Licença, Troca pessoal, pesquisa cooperativa, <i>workshops</i> , consultoria técnica, Spin-off e etc.
Objeto da transferência	O conteúdo e forma do que é transferido, a entidade de transferência.	Conhecimento científico, Tecnologia Física, Artefato tecnológico, Processo, <i>know-how</i> e etc.
Receptor da transferência	A organização ou instituição recebendo o objeto da transferência.	Capital Humano, Científico e Técnico, Recursos, Experiência de Manufatura, Capacidade de Marketing, Localização Geográfica, Diversidade, Estratégia de Negócios e etc.
Ambiente da demanda	Fatores (de mercado ou não) relacionados à necessidade do objeto transferido	Demanda Existente pelo objeto da transferência, Potencial para demanda (<i>market-pushe market-pull</i>), Caráter econômico do objeto da transferência e etc.

Fonte: Bozeman (2000).

Bozeman (2000) destaca em seu trabalho de revisão que embora essas dimensões não sejam totalmente abrangentes, elas são amplas o suficiente para

incluir as principais variáveis no estudo das atividades de transferência de tecnologia governamentais, estimulando a investigação das peculiaridades de cada caso ao invés de determinar um padrão aplicável a todas as situações (KUNDU; BHAR, PANDURANGAN, 2015).

Considerando as cinco dimensões, a verificação da eficácia da transferência de tecnologia desse modelo é realizada com base na análise de sete critérios propostos (BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015):

- 1) "*Out-the-door*": esse critério preocupa-se com a efetividade da real TT como fim em si mesma, sem preocupações sobre seus possíveis impactos. A verificação vai focar-se no cumprimento das metas estabelecidas e na prestação de contas sobre os recursos investidos.
- 2) Impacto no Mercado: nesse critério é avaliado o sucesso comercial da tecnologia ou informação transferida, que envolve o seu impacto no aumento das receitas e criação de novos produtos.
- 3) Desenvolvimento Econômico: o critério é uma ampliação da análise para o impacto no crescimento econômico numa determinada região ou até mesmo em nível nacional, considerando fatores como a geração de emprego e renda, por exemplo.
- 4) Recompensa Política: análise dos impactos positivos da transferência de tecnologia no nível do reconhecimento público do agente como "bom parceiro comercial".
- 5) Custo de Oportunidade: análise comparativa dos resultados obtidos com a opção da transferência de tecnologia com as outras alternativas disponíveis, em relação ao avanço da pesquisa e teoria científica, fornecimento de equipamento e infraestrutura, treinamento de cientistas e engenheiros para o país.
- 6) Capital Humano Científico e Técnico: essa análise abrange os incrementos obtidos em relação ao *know-how*, conhecimento tácito e conhecimento pela experiência presentes em cada cientista individualmente.
- 7) Valor Público: Esse critério avalia o impacto da TT nos bens coletivos, relativos ao interesse público de uma sociedade, categoria que estaria no mais alto nível acima do valor econômico dos bens materiais.

Um dos principais pressupostos desse modelo é que nenhum dos critérios de eficácia devem ser considerados isoladamente, seja do ponto de vista teórico ou prático (BOZEMAN, 2000).

O método de avaliação de cada critério baseia-se em respostas para perguntas-chaves, coletadas através de entrevistas ou questionários aplicados aos principais responsáveis pelo processo, conforme síntese apresentada no quadro 4.

Quadro 4: Síntese do modelo de avaliação dos Critérios de Eficácia da Transferência de Tecnologia – *Contingent Effectiveness Model*

CRITÉRIO DE EFETIVIDADE	PERGUNTA CHAVE	OBJETIVO / CRITÉRIO DA PESQUISA
(1) “Out-the-door” “Para-fora-da-porta”	A tecnologia foi transferida?	Avalia exclusivamente a saída da tecnologia do transferidor, sem considerar os impactos da atividade no receptor. Preocupa-se com prazos e metas.
(2) Impacto no mercado	A tecnologia transferida resultou em um impacto comercial, em um produto, lucro ou mudança de participação no mercado?	Com foco na TT intra-firmas, avalia se houve algum impacto no mercado, medido em termos de sucesso comercial em relação a vendas, lucros ou porcentagens de fatia de mercado.
(3) Desenvolvimento econômico	O processo de transferência de tecnologia trouxe algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a empresa se localiza?	Analisa os efeitos no desenvolvimento econômico regional ou nacional. É especialmente adequado à TT de caráter público (<i>start-ups</i> e <i>spinoffs</i>).
(4) Impactos Políticos	O agente que promoveu a transferência ou a empresa recebedora obtiveram ganhos políticos no processo de transferência em relação a sua imagem?	Avalia se houve impactos políticos (como o aumento de investimento) advindos da participação do país no processo de TT ou reconhecimento da sua capacidade como “bom parceiro industrial”.
(5) Custos de Oportunidade	Qual foi o impacto da transferência no uso de novas tecnologias e soluções técnicas locais?	Examina tanto os usos alternativos dos recursos técnicos e científicos adquiridos na TT (laboratórios, equipamentos, treinamentos), como também impactos não esperados pelos agentes envolvidos no empreendimento, como possibilitar a nação assegurar a sua missão de segurança nacional.
(6) Capital científico, tecnológico e humano	A transferência de tecnologia levou a algum tipo de incremento na capacidade de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas dos especialistas envolvidos?	Considera os impactos da TT na melhoria das habilidades científicas e técnicas, <i>Know-how</i> , capital social tecnicamente relevante, infraestruturas (redes, grupos de uso etc.), que dão suporte ao trabalho científico e tecnológico.
(7) Valor Público	A transferência de tecnologia impactou (aumentou/diminuiu) os valores coletivos bons e amplos, socialmente compartilhados?	Analisa se/ou em que grau o valor público primário está sendo afetado pelo valor econômico secundário da transferência de tecnologia.

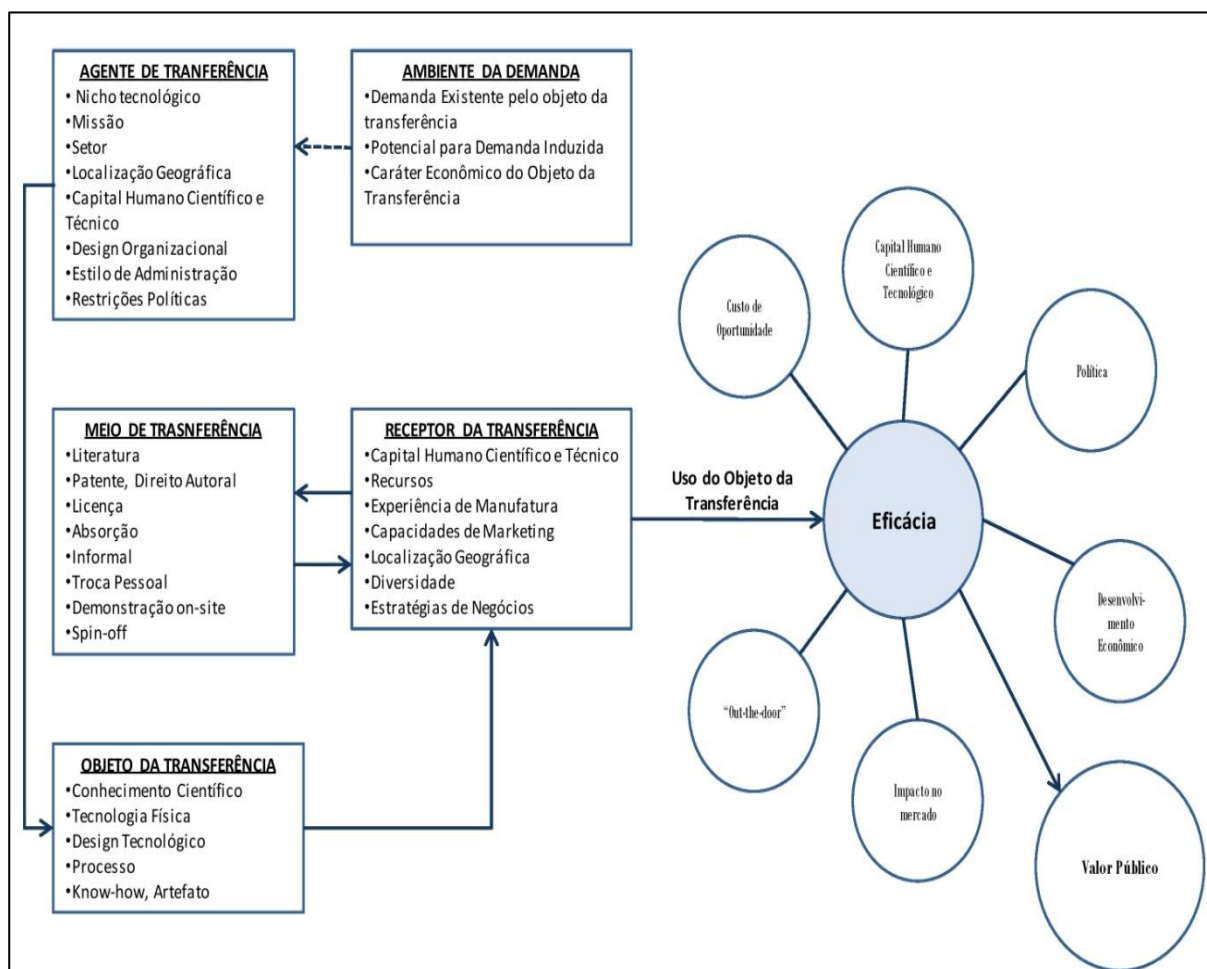
Fonte: Adaptado de Bozeman; Rimes; Youtie (2015).

O modelo também enfatiza a necessidade do estabelecimento de um projeto de TT que identifique as múltiplas fontes de tecnologia disponíveis, de modo a possibilitar a melhor escolha do transferidor.

O modelo de Bozeman (2000) demonstra que seja no campo teórico ou prático, não faz sentido o estudo dos critérios de eficácia isoladamente, uma vez que o impacto da transferência de tecnologia pode ser entendido sob os mais diferentes enfoques: do cedente, do cessionário, do modo como está se procedendo o modelo escolhido e do objeto da transferência.

A Figura 4 apresenta o Modelo de Eficácia Contingente de Transferência de Tecnologia. As setas indicam as relações entre as dimensões, sendo que as linhas tracejadas representam as ligações mais fracas no processo (BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015).

Figura 4: O modelo revisado de eficácia contingente da transferência de tecnologia



Fonte: Bozeman; Rimes; Youtie (2015)

Nos modelos apresentados é possível perceber que com a evolução do processo de transferência de tecnologia, o papel do cessionário que inicialmente era insignificante, foi mudando gradualmente até assumir um papel central. Pode ser constatado que durante a década de 1990, o papel da comunicação e do efeito do meio ambiente foi sendo gradualmente incorporado ao modelo, como pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5: Resumo dos modelos qualitativos de transferência de tecnologia

MODELO	PERÍODO	IDEIA CENTRAL	CARACTERÍSTICAS
<i>Schllie, Radnor e Wad</i>	1987	Baseia-se em sete elementos que podem influenciar o planejamento, implementação e o sucesso de qualquer projeto de TT, são eles: cedente, cessionário, tecnologia, mecanismo de TT, ambiente do cessionário, do cedente e geral.	<ul style="list-style-type: none"> - Foco no meio ambiente - Papel ativo do transferidor e cessionário - Sem foco na compatibilidade de metas - Sem foco na barreira de superação
<i>Stage gate</i>	2007	Abordagem sistemática para o gerenciamento do processo de transferência de tecnologia. O processo é dividido em seis estágios (<i>stage</i>), depois de cada estágio existe um ponto de decisão portão (<i>gate</i>), onde o estágio anterior é analisado.	<ul style="list-style-type: none"> - Foco no meio ambiente - Papel ativo do transferidor e cessionário - Sem foco na compatibilidade de metas - Concentra-se na barreira de superação
<i>Role shifting</i>	2009	Adota como premissa que o objetivo final da transferência de tecnologia é gerar espírito da busca por inovações e mostra como o cessionário de hoje assume o papel do cedente de amanhã.	<ul style="list-style-type: none"> - Ampla cobertura - Foco no meio ambiente - Papel super ativo do transferidor e cessionário - Foco na barreira de superação
<i>Contingent Effectiveness</i>	2000	Baseia-se em objetivos e critérios de eficácia, focando cinco parâmetros para eficácia: características do agente; dos meios e do objeto de transferência; do ambiente de demanda e do destinatário da transferência.	<ul style="list-style-type: none"> - Foco no meio ambiente - Papel ativo do transferidor e - Parte do foco na barreira de superação

Fonte: Adaptado de Kundu; Bhar; Pandurangan (2015).

Constata-se que os primeiros modelos de transferência de tecnologia e conhecimento baseavam-se em um conceito de transferência unilateral, no qual o tomador de conhecimento ou cessionário desempenhava basicamente um papel passivo, contrariando as teorias atuais, baseadas em modelos de aprendizagem

organizacional que enfatizam a importância da participação ativa do cessionário ou beneficiário da transferência.

Além disto, percebe-se que há outros fatores relevantes a serem considerados, como o ambiente externo, abrangendo tanto o transferidor quanto o cessionário, bem como a necessidade da inclusão formal das barreiras existentes entre eles. Nos modelos mais recentes, considera-se que, além da absorção e adaptação, o conceito que cria o “espírito de inovação” deve fazer parte do modelo de transferência de tecnologia (WAHAB, *et al.*, 2009).

Ramanathan (2008) realizou uma revisão literária dos principais modelos de transferência de tecnologia e elencou as principais lições que podem ser extraídas desses modelos que, se bem observadas, poderiam contribuir para um eficiente gerenciamento dos processos da transferência de tecnologia. As lições abrangem todas as fases do processo de TT e buscam alertar para que sejam evitados os erros mais comuns que podem comprometer o seu sucesso. Comparando os modelos estudados ao contexto da presente pesquisa, podem ser agrupadas as lições em três fases interconectadas: iniciação, planejamento e execução.

Em relação à fase inicial, esta envolve a realização de uma análise prévia abrangente para o estabelecimento de todas as necessidades do projeto. Nesse ponto, o maior número possível de fontes de tecnologia deve ser identificado e deverá haver a realização de um criterioso estudo de viabilidade, com exame detalhado de todo o processo, desde a “busca de tecnologia” até as atividades “pós-implementação”. Considera-se também nessa fase a utilização do método de abordagem por processo.

Na fase de planejamento é destacada a importância de uma boa percepção dos ambientes do cessionário e do transferidor, bem como do ambiente maior que os envolve, assim como o envolvimento do cessionário em todas as etapas do projeto de transferência de tecnologia. O desenvolvimento de habilidades para a utilização de abordagens analíticas formais e o estabelecimento de marcos e pontos de decisão são pontos que devem ser observados. Atenção especial deve ser dada na escolha dos mecanismos de TT que devem considerar a condição peculiar do transferidor e cessionário, a capacidade tecnológica do cessionário, a novidade da tecnologia, a sua importância estratégica para a empresa cedente e o nível de proteção da propriedade intelectual necessário.

Durante a fase de execução e gerência, a recomendação é para que os cessionários desenvolvam habilidades sólidas de engenharia e gerenciamento de projetos. Recomenda-se também sobre a necessidade de que à medida que uma empresa cessionária avance tecnologicamente, sejam escolhidos mecanismos apropriados de transferência, dependendo do estágio do ciclo de vida da tecnologia e de seu próprio perfil de capacidade tecnológica.

Concluindo a lista de recomendações, alerta-se para o fato de que um projeto de transferência de tecnologia não termina com o início da produção e que o seu sucesso é determinado pela forma como o cedente e o beneficiário gerenciam as barreiras que impedem a transferência e valorizam as iniciativas favoráveis ao processo de TT.

A última lição aponta a forma com que os atores do processo de transferência gerenciam determinados elementos negativos (barreiras) e positivos (iniciativas favoráveis), que seriam determinantes para o sucesso do processo de transferência. Devido à importância do monitoramento desses elementos, muitas pesquisas se dedicaram a identificá-los e agrupá-los em dois conjuntos distintos, os denominados fatores críticos, que tanto podem contribuir para o sucesso como para o fracasso de TT (ANDRADE, *et al.*, 2018; KUMAR, *et al.*, 2015).

2.6 Fatores Críticos

O sucesso de uma transferência e comercialização de tecnologia depende da cooperação integrada de todos os envolvidos. O nível de empenho das partes envolvidas será determinante para o êxito do processo. Esse esforço conjunto será ainda mais importante nas situações que envolvam a relação entre países com níveis distintos de desenvolvimento. A inexistência de uma estratégia distinta para transferência e desenvolvimento, estabelecida como política de governo, nos países em desenvolvimento, é apontada como um dos principais obstáculos a serem superados nessa relação de transferência de tecnologia (REZA; GHADIM; SOHRABI, 2011).

Devido à sua complexidade, a transferência de tecnologia depende de muitos fatores para ser bem-sucedida, com destaque para o estado de desenvolvimento tecnológico na indústria relacionada, os requisitos, capacidades, possibilidades e fraquezas, bem como o estado de desenvolvimento tecnológico dos países

envolvidos e suas estratégias nacionais (CHEHREHPAK, ALIREZAEI; FARMANI, 2012).

Percebe-se, portanto, que os autores consultados procuram destacar a importância de determinados elementos para o êxito do processo de transferência de tecnologia. Esses elementos, ou fatores críticos, foram identificados durante o desenvolvimento dos modelos de TT e foi atribuída maior ou menor relevância a cada um deles nos modelos propostos. O correto entendimento da influência desses fatores no processo de TT é preponderante para a proposição do modelo mais adequado ao processo que se pretende implantar (MALIK, 2002).

Fruto de uma abrangente revisão bibliográfica, tomando como base o trabalho de Emerick (2011), Andrade, *et al.* (2018) elaboraram um quadro que reúne os principais fatores de risco e de sucesso que podem contribuir positiva ou negativamente para o processo de transferência de tecnologia. A tabela separa os fatores de acordo com o papel desempenhado pelo transferidor ou pelo cessionário. Outro ponto relevante é a inclusão no estudo da condição de desenvolvimento conjunto, que se adequa ao processo de desenvolvimento do míssil A-Darter, objeto desta pesquisa.

Quadro 6: Fatores de Risco e Sucesso na TT

	FATORES DE RISCO	FATORES DE SUCESSO
AQUISIÇÃO DE TECNOLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade do detentor da tecnologia em transferir: não basta deter. - Capacidade do comprador de absorver a tecnologia: capacitação técnica compatível com a complexidade da tecnologia. - Implantação da estrutura física necessária e do cronograma estabelecido. - Compatibilidade das legislações dos países envolvidos. - Surgimento de novas tecnologias ou produtos durante a execução do contrato (quando não-previsto). - Oscilações no preço do produto: mercado internacional e dumping. - Oscilações na demanda - alteração do quantitativo de produtos pelo comprador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da capacidade tecnológica institucional: - recursos humanos; - infraestrutura; - incorporação de nova plataforma de produção que pode servir de base para um leque de produtos. - Incorporação de tecnologia.
OFERTA DE TECNOLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de prospectar parceiros. - Capacidade de identificar os pontos fracos e fortes da tecnologia para maior êxito na valoração e negociação. - Escopo da patente e proteção em mercados competitivos e estratégicos. - Estágio embrionário dos projetos: necessidade de maior capacidade financeira do parceiro para o desenvolvimento & empreendimento de risco. - Custo de desenvolvimento x remuneração pela transferência. - Divisão de mercados (mercosul x acordos laterais). 	<ul style="list-style-type: none"> - Difusão de conhecimentos técnicos. - Qualidade da Ciência: publicações/respeito na comunidade C&T/ apoio do pesquisador para a interação. - Retorno financeiro: retroalimentar a P&D e motivar os inventores. - Contribuição efetiva para a redução da vulnerabilidade econômica.

<p>DESENVOLVIMENTO CONJUNTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interesse mútuo no desenvolvimento e aplicação do conhecimento gerado. - Efetivo know-how das partes em desenvolvimento de produtos com alto valor tecnológico agregado. - Necessidade de expressivos investimentos e capacidade de gerenciamento dos contratos e resultados aferidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Intercâmbio de know-how. - Incremento da capacidade tecnológica das partes. - Otimização da capacidade técnica e financeira das Partes para aferir resultados inovadores. - Co-titularidade de patentes e possibilidade de ganhos econômicos.
--	--	--

Fonte: Andrade *et al.* (2018)

A identificação desses fatores é importante para que possam ser estabelecidas estratégias adequadas para o seu gerenciamento, evitando que venham a se transformar em problemas futuros para o processo de transferência de tecnologia. Tais fatores deverão ser gerenciados sob pena do comprometimento do resultado do processo.

Jagoda (2007) e Ramanathan (2007), buscando uma abordagem mais ampla e sistemática, classificaram os problemas mais recorrentes a serem enfrentados no planejamento e gerenciamento da transferência de tecnologia em três categorias: 1) processo de transferência de tecnologia, 2) capacidade corporativa e 3) ambiente operacional (sistema de inovação).

Em relação aos problemas inerentes ao processo de transferência de tecnologia, são considerados por esses autores: aqueles ocorridos durante a fase de justificção tecnológica e seleção, relacionados a uma seleção inadequada de tecnologia; os custos de compra, instalação, operação e manutenção da tecnologia elevados; a tecnologia selecionada ser muito complexa; a necessidade de considerável esforço de adaptação da tecnologia às condições locais do cessionário; e a obsolescência da tecnologia durante a sua transferência (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Quanto aos problemas ocorridos durante o estágio de planejamento, considera-se: o cedente subestimar as barreiras para TT em países em desenvolvimento; a incapacidade de compreensão plena das necessidades do cessionário; a superestimação das capacidades tecnológicas do cessionário; a incompatibilidade entre os objetivos do cedente e cessionário; e a inadequação dos mecanismos escolhidos para implementar a transferência (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Sobre os problemas que ocorrem durante as negociações, cita-se: a falta de confiança entre o cedente e o cessionário; a incompatibilidade de objetivos; a falta de consenso sobre preços, produtos e estratégias de marketing; e a pretensão de estabelecer prazos incompatíveis com realidade (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Em relação à fase de implementação da transferência de tecnologia considera-se: a escassez de gerentes experientes; falta de confiança do cessionário nos sistemas desenvolvidos pelo cedente; incapacidade de atingir metas de qualidade; atraso na obtenção de materiais suplementares; alto custo e baixa qualidade dos materiais necessários, disponíveis no mercado local da transferência; acompanhamento inadequado da tecnologia durante a implementação; superação de custos estimados devido à implementação deficiente (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Na categoria dos problemas de capacidade corporativa, podem ser mencionados aqueles relacionados a habilidades inadequadas, tais como: incapacidade de atrair as competências necessárias ao projeto devido a restrições financeiras; inexperiência da força de trabalho do cessionário e ausência de habilidades necessárias no nível da indústria; falta de treinamento do pessoal do cessionário; ausência de incentivos para aprendizagem e assimilação de novas tecnologias, na empresa cessionária; e barreiras linguísticas dificultando a comunicação efetiva entre o cedente e o pessoal do cessionário, impactando na transmissão e assimilação de informações relevantes (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Outros problemas decorrem do gerenciamento ineficaz, como: a falta de suporte e de orientação da alta gerência para a escolha do tipo de tecnologia a ser adquirida, a remuneração, os incentivos associados à transferência e controle do fluxo de informações; as diferenças nos métodos e práticas de trabalho entre os gerentes cedentes e cessionários; concorrência individual ou organizacional pela posse das tecnologias e a presença da síndrome do “não inventado aqui”; e a falha na identificação do pessoal mais adequado para compor a equipe que trabalharia desde o início do projeto até a sua implementação completa (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

Na categoria de problemas do ambiente operacional e do Sistema Nacional de Inovação considera-se: encolhimento dos mercados locais decorrentes de

problemas econômicos do país; infraestrutura física deficiente; infraestrutura institucional de suporte inadequada para apoio de financiamento, desenvolvimento de habilidades e intermediação de tecnologia; mecanismos inadequados de proteção da propriedade intelectual; falta de fornecedores locais para suprimentos de qualidade e falta de políticas de incentivo a esses fornecedores; alta dependência de fornecedores e importações estrangeiras; legislação ineficaz e falta de incentivos; atrasos burocráticos em vários níveis do governo para a obtenção de aprovações e autorizações para finalização dos acordos; intervenção e regulamentação governamentais ineficazes e por vezes excessivas; restrições cambiais; ambientes fiscais incertos (JAGODA; 2007; RAMANATHAN, 2007).

3 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Esta pesquisa foi conduzida utilizando a metodologia de Estudo de Caso, acessando os conhecimentos disponíveis na literatura e em sites especializados sobre Transferência de Tecnologia, bem como na análise do Processo Administrativo de Gestão (PAG) do A-Darter na Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate.

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados (GIL, 2008, p. 58).

Com base em seu objetivo geral, a pesquisa é classificada como exploratória, uma vez que busca proporcionar novos conhecimentos em relação ao tema da transferência de tecnologia no Projeto A-Darter, com vistas a torná-lo mais explícito.

Quanto ao delineamento, foram adotados os seguintes procedimentos para a coleta de dados:

- a) pesquisa bibliográfica (literatura e artigos que tratam das teorias pertinentes ao processo de transferência de tecnologia, com destaque para revisão sobre o tema realizada por autores como Bozeman (2000) e Bozeman, Rimes e Youtie (2015), Jagoda (2007, 2010), Longo (2007, 2013), Ramanathan (2007, 2008) e Vargas (1997), dentre outros;
- b) pesquisa documental (Processos Administrativos de Gestão da COPAC referentes ao Projeto A-Darter); e
- c) pesquisa de campo (entrevistas semiestruturadas com oficiais da FAB e representantes civis das empresas contratadas para o desenvolvimento do A-Darter que atuaram nas diversas fases do projeto, em nível gerencial no Brasil ou na África do Sul): Denel Dynamics, da África do Sul, Avibras e Opto Eletrônica, do Brasil.

Foram utilizadas informações sobre o Projeto A-Darter, constantes nos relatórios dos Processos Administrativos de Gestão (PAG) do projeto, elaborados pela Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), durante o período de 2006 a 2019.

Embora todos os PAG referentes a esse projeto possuam grau de sigilo, os dados necessários para a presente pesquisa são acessíveis, haja vista que somente foram analisados os aspectos referentes às estruturas contratuais, que são de

domínio público, sem se ater a detalhes relativos a características do seu objeto, especificações do produto ou outros dados que comprometam o sigilo inerente a esse projeto.

A pesquisa documental, por meio do Processo Administrativo de Gestão, buscou investigar, de forma sistemática, a presença e possíveis impactos dos elementos do modelo adotado nas diversas fases do A-Darter, ao longo dos 13 anos de Projeto.

Em complemento à pesquisa documental, foram realizadas entrevistas com os principais envolvidos no Projeto A-Darter, basicamente gerentes das empresas brasileiras e sul-africanas, da FAB e da Força Aérea Sul-Africana, bem como com autoridades que atuaram em diferentes papéis e fases do processo de transferência de tecnologia: Presidentes da COPAC do período de 2013 a 2020 e Secretário de Produtos de Defesa (SEPROD) do MD.

A partir da revisão das definições e conceitos relativos à tríade composta por ciência, tecnologia e inovação, tomando como referência o modelo teórico de transferência de tecnologia de Bozeman (2000) e a revisão bibliográfica de Ramanathan (2008), com a identificação dos seus fatores críticos e barreiras, foi possível estabelecer um roteiro de pesquisa para investigação da presença desses elementos e a sua influência no processo da TT do Projeto A-Darter.

Entre os diversos modelos de transferência de tecnologia pesquisados na revisão literária sobre o tema, o *Contingent Effectiveness Model of Technology Transfer*, (Modelo de Transferência de Tecnologia Eficácia Contingente), de Bozeman (2000), que já foi aplicado em dezenas de estudos sobre a transferência de tecnologia, foi escolhido como base para o levantamento de dados sobre o Projeto A-Darter.

A seleção do modelo de Barry Bozeman (2000) foi fundamentada pela sua afinidade com as peculiaridades do Projeto A-Darter, considerando a sua abrangência de critérios e o seu pressuposto básico de que a eficácia na TT está relacionada ao contexto e aos objetivos específicos de cada caso, considerando as diferentes dimensões que determinam as características da TT.

Deste modo, para a análise do processo de transferência de tecnologia, foram utilizadas as categorias de dimensões e critérios de eficácia do modelo de Bozeman (2000), atualizado com a revisão realizada por Bozeman em 2015, e adicionados de

critérios de outros modelos, visando atingir todos os objetivos propostos para esta pesquisa.

A coleta dos dados foi efetuada a partir de fontes primárias e secundárias. Os dados primários foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas, orientadas por um questionário composto por doze perguntas chaves, agrupadas segundo os critérios de efetividade do Modelo de Avaliação de Bozeman (*Contingent Effectiveness Model*) (2000) e as lições para o gerenciamento eficiente de TT de Ramanathan (2008).

As questões das entrevistas foram construídas a partir da base de conhecimento teórico sobre o tema e tinham a finalidade de coletar informações sobre: (a) a estrutura de transferência de tecnologia adotada no Projeto A-Darter; (b) a convergência dessa estrutura de transferência de tecnologia aos modelos teóricos de transferência de tecnologia disponíveis; (c) a efetividade e o impacto da transferência de tecnologia do Projeto A-Darter na capacitação tecnológica das empresas nacionais participantes; e (d) as possibilidades de transbordamento do conhecimento absorvido na transferência de tecnologia do Projeto para aplicação na base industrial brasileira.

As entrevistas foram conduzidas de forma presencial e por teleconferência, complementadas com a troca de emails, no período compreendido entre os meses de agosto de 2019 e março de 2020. Cada roteiro das entrevistas foi adaptado ao tipo de participação dos atores no processo de Transferência de Tecnologia, de modo a possibilitar a coleta das impressões e visões das diferentes perspectivas de todos os envolvidos no processo: Cedente (Empresa transmissora da tecnologia); Cessionários (Empresas brasileiras receptoras da tecnologia) e Intermediários (Agentes Governamentais do Brasil e África do Sul).

Informações adicionais foram coletadas a partir de fontes secundárias, como relatórios de acompanhamento da execução dos contratos e relatórios de reuniões semestrais elaborados pela gerência do projeto na FAB.

Os dados coletados das fontes propostas foram analisados por meio das técnicas de análise documental e de conteúdo, visando atingir o objetivo da pesquisa proposta, considerando a abrangência das cinco dimensões e sete critérios de eficácia propostos no modelo de transferência de tecnologia (*Contingent Effectiveness Model Of Technology Transfer*), de Bozeman.

3.1 Questões das Entrevistas

Com base no objetivo geral da pesquisa e nos objetivos específicos propostos, formularam-se as questões das entrevistas que foram divididas em três fases, segundo o tipo de participação dos atores no processo de TT, de modo que seja possível obter as opiniões e visões das diferentes perspectivas de todos os envolvidos no processo (BOZEMAN, 2000): Fase 01 – Cedente (Empresa transmissora da tecnologia); Fase 02 – Cessionário (Empresas receptoras da tecnologia) e Fase 03 – Intermediário (Agentes Governamentais do Brasil e África do Sul).

As questões buscaram alcançar a abrangência das dimensões envolvidas na transferência de tecnologia, de acordo com o Modelo de Eficácia Contingente de Bozeman (2000): o agente da transferência, o meio de transferência, o objeto da transferência, o ambiente da demanda e o receptor da tecnologia. Adicionalmente, com o fito de responder a todos os quatro objetivos específicos propostos para esta pesquisa, recorreu-se às demais recomendações da revisão literária sobre TT abordadas nesta pesquisa. Os critérios de Bozeman foram adaptados como roteiro para a coleta de dados, seja na aplicação das entrevistas, no que couber, seja na investigação documental, conforme sintetizado no quadro 7:

Quadro 7: Roteiro das entrevistas com os atores do Processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter

	QUESTÕES	OBJETIVO DO QUESTIONAMENTO
(1)	Considerando as condições acordadas contratualmente, sob o enfoque de prazos, metas e objeto, o Sr considera que a tecnologia desenvolvida no A-Darter foi transferida, ou seja, a empresa se acha capaz ou já tem capacidade de reproduzir a tecnologia transferida?	Avalia exclusivamente a saída da tecnologia do cedente ao cessionário conforme condições contratuais (“ <i>Out-the-door</i> ” BOZEMAN, 2000).
(2)	A tecnologia transferida resultou (ou há expectativa) em um impacto comercial para sua empresa, seja em relação à venda de produtos, lucro ou mudança de participação no mercado?	Avalia os possíveis impactos na empresa cessionária, medido em termos de sucesso comercial. (Impacto no mercado, BOZEMAN, 2000)

(3)	O Sr consegue identificar algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a sua empresa está sediada, que possa ser associado ao processo de transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?	Analisa os efeitos no desenvolvimento econômico regional (Desenvolvimento econômico, BOZEMAN, 2000).
(4)	O Sr avalia que a participação da sua empresa no processo de TT do Projeto A-Darter proporcionou ganhos políticos em relação a sua imagem? (considerando o acesso a novos parceiros, clientes, novos projetos financiados por órgãos de fomento governamentais, etc.)	Avalia se houve impactos políticos (como o aumento de investimento) ou reconhecimento da sua capacidade como “bom parceiro industrial” (Impactos Políticos, BOZEMAN, 2000).
(5)	O Sr considera que a TT do Projeto A-Darter proporcionou impacto no uso de novas tecnologias e soluções técnicas locais, considerando a possibilidade de uso alternativo dos recursos técnicos e científicos adquiridos (laboratórios, equipamentos, treinamentos)?	Examina os impactos, diretos e indiretos, não esperados pelos agentes envolvidos no empreendimento (Custos de Oportunidade, BOZEMAN, 2000).
(6)	O Sr consegue identificar alguma mudança na capacidade dos especialistas envolvidos no processo de TT do Projeto A-Darter de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas a partir da tecnologia recebida?	Considera os impactos da TT na melhoria das habilidades científicas e técnicas, <i>Know-how</i> , que dão suporte ao trabalho científico e tecnológico (Capital científico, tecnológico e humano, BOZEMAN, 2000).
(7)	A tecnologia transferida é compatível com o grau de desenvolvimento e necessidade da empresa e seus possíveis usuários?	Analisa a adequação da tecnologia transferida de acordo com a expectativa da empresa a que ela se destina (adequabilidade, RAMANATHAN, 2008).
(8)	A tecnologia recebida tem potencial para ser expandida para outros setores, impactando o desempenho de outros processos?	Analisa se a tecnologia tem capacidade de se expandir e ser reconfigurada para ser utilizada em outros processos de produção mais sofisticados (Capacidade Evolutiva da Tecnologia, BOZEMAN, 2000).
(9)	O custo da tecnologia a ser transferida é compatível com o desenvolvimento econômico local?	Avalia o custo do aparato tecnológico a ser transferido, de acordo com o poder de compra do país receptor (Custo da Tecnologia, RAMANATHAN, 2008).
(10)	Foram considerados e/ou avaliados os riscos inerentes ao Processo de TT?	Avalia os riscos internos e externos da transferência de determinada tecnologia (Fator de Risco, JAGODA <i>et al.</i> , 2010).
(11)	Sob o enfoque de lições aprendidas, o Sr considere que o Projeto A-Darter proporcionou impactos, ou influenciou de alguma maneira, as atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de projetos futuros?	Avalia a difusão de conhecimentos técnicos as lições aprendidas para experiências futuras, retroalimentar a P&D e motivar a inovação (ANDRADE <i>et al.</i> 2018).
(12)	Quais os principais pontos positivos e negativos da experiência do modelo adotado de desenvolvimento conjunto com transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?	Avalia as lições aprendidas para experiências futuras.

Fonte: Adaptado de Bozeman, Rimes e Youtie (2015); Ramanathan (2008); Jagoda, Maheshwari e Lonseth (2010)

A principal fragilidade a ser considerada nesse modelo de avaliação é a sua dependência da sinceridade e veracidade das respostas fornecidas. No entanto essa limitação, que muito se deve a subjetividade e complexidade do trabalho de avaliação, é uma característica da maioria dos modelos encontrados na literatura (BOZEMAN *et al.*, 2000).

3.2 Critérios a Serem Investigados

Correlacionando-se as questões propostas com as dimensões e critérios de eficácia de Bozeman (2000), pretende-se atingir os objetivos específicos traçados para a pesquisa, conforme o quadro 8:

Quadro 8: Correlação entre os quesitos utilizados nas entrevistas e os agentes entrevistados

DIMENSÃO	CRITÉRIOS A SEREM INVESTIGADOS	QUESTÕES	AGENTE/ALVO
Agente da transferência	“ <i>Out-the-door</i> ”; Impacto no mercado; Desenvolvimento econômico; Impactos Políticos; Capital científico, tecnológico e humano.	1, 2, 3, 4, 6, 11, 12	Cedente; Cessionário
Meio de transferência	Fator de Risco.	10	Cedente; Cessionário; Intermediário.
Objeto da transferência	Conhecimento científico, Tecnologia Física, Artefato tecnológico, Processo, know-how, compatibilidade e adequabilidade.	5,6,7,8,9	Cedente; Cessionário; Intermediário
Receptor da transferência	“ <i>Out-the-door</i> ”; Impacto no mercado; Desenvolvimento econômico; Impactos Políticos; Custos de Oportunidade; Capital científico, tecnológico e humano; Capacidade Evolutiva da Tecnologia.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12	Cessionário
Ambiente da demanda	Custo da Tecnologia; Fator de Risco.	9,10	Cessionário, Cedente

Fonte: Adaptado de Bozeman, Rimes e Youtie (2015).

Assim, conjugando, tratando e confrontando todos os dados coletados das fontes propostas, de maneira qualitativa, buscou-se alcançar cada um dos quatro objetivos específicos, a fim de verificar o grau de adequação do modelo de transferência de tecnologia, adotado no Projeto A-Darter, em relação ao nível de

absorção de tecnologia pelas empresas participantes, bem como em relação aos objetivos propostos, especificamente aqueles referentes à capacitação da indústria de defesa, voltada para o reaparelhamento da Força Aérea.

4 O PROJETO A-DARTER

O Brasil e a África do Sul têm enfrentado ao longo das últimas décadas desafios semelhantes para o investimento em tecnologia militar de ponta e a sua inserção no restrito grupo de países produtores de produtos militares de alta tecnologia.

Devido ao embargo internacional de armas imposto pela ONU em 1977, durante o regime do Apartheid, a África do Sul acabou desenvolvendo uma indústria própria de produtos para sua defesa, destacando-se na produção de mísseis, aviões e veículos bélicos (SILVA, 2011).

Nicole Auger, analista militar que cobre Oriente Médio e África para a Forecast International, afirmou em entrevista à IPS³ que nos anos 80 a indústria militar sul-africana era reconhecida como uma das mais avançadas do mundo pela capacidade técnica e suas habilidades de projeto e produção (DEEN, 2013).

Com a mudança de cenário decorrente do período pós-apartheid, acompanhada da diminuição das tensões nas suas fronteiras, o setor de defesa sul-africano entrou em crise com sucessivos cortes (SILVA, 2011).

Ainda assim, nos dias atuais a África do Sul continua fornecendo armas e outros equipamentos militares para diversos países, entre eles Estados Unidos (adquiriram blindados para proteção do seu pessoal militar das minas no Afeganistão e Iraque), China, Suécia e Zâmbia (DEEN, 2013).

O desenvolvimento de mísseis ar-ar no Brasil começou o projeto do míssil MAA-1 Piranha, com o objetivo de substituir os AIM-9B Sidewinder da FAB e adaptá-los para uma versão superfície-ar, no ano de 1976, no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do então Centro Técnico Aeroespacial (PAULA, 2009).

O míssil MAA-1 passou por diversos reprojatos para correção do seu detector (cabeça de busca do alvo) até o ano de 2002, quando finalmente foi tomada a decisão de compra de um novo sensor, da empresa Kentron/Denel da África do Sul, marcando o início de uma parceria que no futuro se apresentaria como muito proveitosa para ambos os países. No primeiro momento, a compra dos sensores permitiria que o Brasil superasse o cerceamento tecnológico, imposto pelos

³ Inter Press Service (IPS), agência de notícias internacional que tem como propósito fornecer notícias sobre o Terceiro Mundo aos veículos de imprensa do Primeiro Mundo e dos próprios países subdesenvolvidos.

fornecedores dos Estados Unidos. No segundo momento, a parceria dos dois países para o desenvolvimento do A-Darter permitiu que a África do sul obtivesse os recursos necessários para o seu projeto e o acesso a nova tecnologia possibilitou que o Brasil superasse o *gap* tecnológico em relação a produção de mísseis ar-ar (SILVA, 2011).

4.1 Os Mísseis Ar-Ar

O míssil ar-ar (AAM) é um artefato que tem por objetivo atingir uma aeronave em voo, partindo de uma plataforma no ar. Esses mísseis são a principal arma dos aviões modernos, utilizados, tanto para autodefesa como para o ataque, no combate aéreo contra outras aeronaves.

As primeiras versões desses mísseis eram foguetes não guiados utilizados durante II Guerra Mundial, substituindo as metralhadoras dos aviões como arma principal do combate aéreo. Foi no período compreendido entre as décadas de 70 e 80 que os mísseis ar-ar atingiram o nível de maturidade tecnológica que os alavancaram como fator decisivo para a garantia do poder aéreo (SUMMER, 2015).

Os conflitos convencionais deflagrados naquele período corroboraram a importância dos mísseis para o sucesso do combate aéreo, com destaque para a Guerra das Falklands/Malvinas (1982) onde o desempenho dos mísseis ar-ar, utilizados por ambos os lados, foi crucial para o resultado alcançado (SUMMER, 2015).

Naquele conflito, sem perder nenhuma de suas aeronaves, os ingleses contabilizaram para os seus Sea Harriers⁴ o abate de trinta e um aviões argentinos em combates aéreos.

Esse sucesso foi atribuído à superioridade dos mísseis americanos AIM-9L Sidewinders, de terceira geração, utilizados pelos aviões ingleses, que os possibilitavam realizar o lançamento do míssil em qualquer posição em relação ao inimigo. Do outro lado, os mísseis de segunda geração, utilizados pelos argentinos, requeriam um ângulo de posicionamento determinado da aeronave em relação ao alvo, para que fossem disparados com sucesso. Essa característica colocava os

⁴ O SeaHarrier da BAE Systems é um caça de defesa e intervenção de base móvel (geralmente marítima). Foi o primeiro avião a jato do mundo a decolar e a aterrar verticalmente.

argentinos em franca desvantagem no combate aéreo com os ingleses (O INFERNO..., 2007).

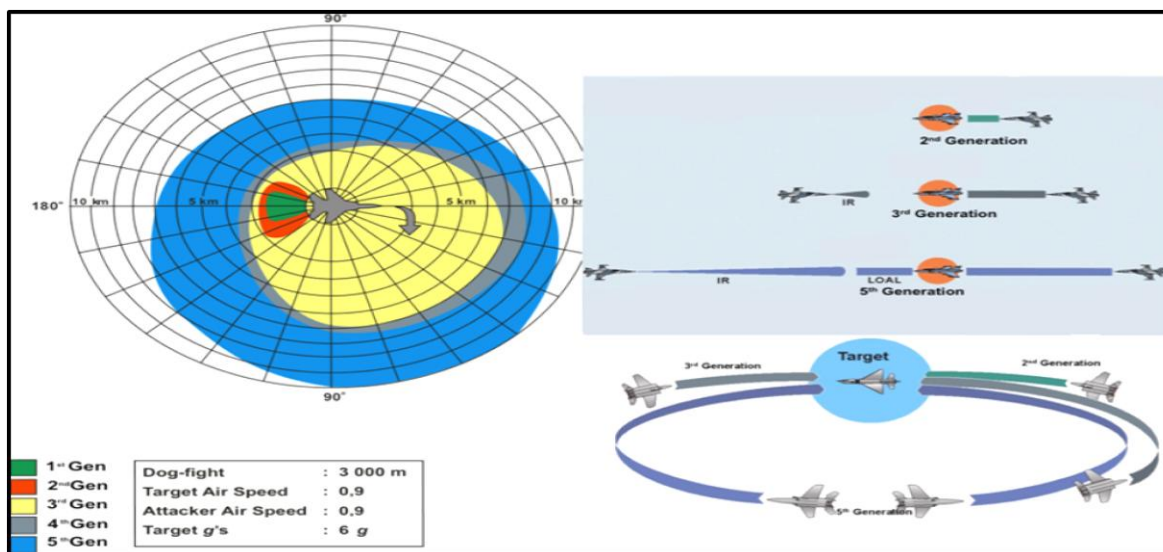
Segundo Summer (2015), com base em seu alcance, os mísseis ar-ar são classificados em três classes distintas:

- a) AAM de defesa: pequenos mísseis balísticos, utilizados como equipamento de autodefesa de aeronaves menores como helicópteros, sendo normalmente são guiados por infravermelho ou laser;
- b) SRAAM (*short range air-to-air missile*): modelos de curto alcance (até cerca de 30/40 km, nas gerações mais recentes), projetados para atingir o adversário dentro do alcance visual do piloto, e que se orientam através de radiação infravermelha (Calor) emitida pelo alvo;
- c) BVRAAM (*beyond visual range air-to-air missile*): modelos de médio e longo alcance, projetados para atingir o inimigo além do alcance visual do piloto, com sistemas de guiagem que podem ser múltiplos e mais sofisticados.

Dentre as classes de mísseis ar-ar, os modelos guiados por infravermelho SRAAM (*short range air-to-air missile*) encontram-se divididos em cinco gerações (SUMMER, 2015):

- (1ª) os primeiros mísseis surgidos no período pós Segunda Guerra Mundial;
- (2ª) os que só podiam ser lançados com a aeronave posicionada por trás do alvo;
- (3ª) aqueles que podiam ser lançados com a aeronave posicionada sob qualquer aspecto/quadrante da aeronave inimiga;
- (4ª) os de envelope de lançamento ampliado (*off-bore sight capability*), podendo alcançar 180° do piloto em virtude de seus sensores mais acurados, além de dificultar seu despistamento pelo alvo;
- (5ª) aqueles com capacidade de lançamento de 360° em virtude da alta sensibilidade de seus sensores, os quais formam imagens da aeronave inimiga e são considerados imunes às contra-contramedidas eletrônicas atuais.

Figura 5 - Imagem pictórica com a representação das cinco gerações de mísseis ar-ar com guiagem infravermelha



Fonte: Adaptação de Denel Dynamics, 2014.

A figura 5 demonstra como a evolução dos mísseis ar-ar se deu em função da amplitude de posicionamento de disparo. À medida que a capacidade de detecção e manobrabilidade do míssil evolui, aumentam-se a possibilidade de interceptação do alvo com o lançamento de qualquer posição, como demonstrado na ilustração.

O desenvolvimento dos mísseis ar ar no Brasil iniciou-se com o projeto do MAA-1 “Piranha”, concebido com características de um míssil de terceira geração. A sua segunda versão, o MAA-1B, foi desenvolvido incluindo novas capacidades como a rejeição de “flares” e maior manobrabilidade, compatíveis com a classe de mísseis de quarta geração.

O A-Darter, desenvolvido em parceria com a África do Sul, apresenta-se como a evolução dessa classe, possuindo todos os requisitos que o habilitam à classificação de míssil ar-ar de quinta geração.

4.2 Parcerias Estratégicas e Cooperação

A revisão literária dos tópicos anteriores evidenciou a complexidade dos processos de TT e os esforços dos estudiosos para identificarem seus principais elementos e fatores críticos de sucesso e insucesso. Diversos modelos foram propostos de forma a sistematizar o processo visando possibilitar um maior controle

da gestão e assegurar o sucesso do processo (JAGODA, 2007; RAMANATHAN, 2007).

A TT é uma necessidade para sobrevivência dos países em desenvolvimento, uma vez que não possuem capacidade econômica e tecnológica para acompanhar o avanço da tecnologia isoladamente (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

Na visão desses autores, em meados da década de 80, foi intensificado um processo de parcerias estratégicas por países em desenvolvimento buscando superar esse desafio. Essas parcerias sob a forma de cooperação internacional apresentavam-se como a melhor forma, se não o único meio, para esses países em desenvolvimento alcançarem objetivos comuns no mundo globalizado, aproveitando as janelas de oportunidade que se abriam, naquele período (BRAGA JUNIOR; PIO; ANTUNES, 2009).

Silva (2007) destaca que a cooperação internacional oferece benefícios aos participantes, no campo econômico com a divisão dos custos, compartilhamento de experiências, tecnologia e instalações e, ainda, benefícios políticos com o estreitamento de relações; demonstração de liderança e exercício de influência sobre outros parceiros, como forma de projeção internacional.

O autor alerta para a necessidade de se dedicar uma atenção especial a dois pontos que são essenciais para uma cooperação de sucesso: a seleção do parceiro e o cuidado na elaboração de um instrumento de cooperação que reflita todos os interesses mútuos, definindo direitos de cada participante sobre os resultados da parceria, proporcionais à participação de cada um. A confiança entre os participantes é destacada como elemento vital para o sucesso, com o alerta de que deve ser dedicada especial atenção para a proteção contra a possibilidade da transferência de tecnologias sensíveis fora do escopo do acordo como condição essencial para estabilidade do relacionamento entre os partícipes do acordo (SILVA, 2007).

Silva (2007) também aponta a cooperação como uma evolução dos antigos acordos de colaboração entre países de diferentes níveis de desenvolvimento, destacando que a parceria sob a forma de cooperação é mais equitativa com foco nas decisões conjuntas e em comum acordo entre as partes:

O grande diferencial entre as duas formas de “trabalhar junto” coloca à disposição da cooperação, o que cada parceiro tem de melhor, e de maneira complementar, mas sempre garantindo a independência de cada membro. Coordenação substituiu controle, e o exercício da confiança passou a ser o princípio básico em prol da parceria (SILVA, 2007, p.8).

4.3 Contexto Histórico da Parceria Brasil África do Sul

A relação do Brasil com a África, iniciada no século XVI com as trocas de bens e escravos, passou por diferentes fases e mudanças de prioridades da política externa, alternando períodos de iniciativas de negociações com longos períodos de distanciamento. Em janeiro de 1961, foi iniciada uma nova fase de aproximação, marcada pelo aumento de fluxo de comércio de bens e capitais, com destaque para o fornecimento de equipamentos militares da indústria brasileira. Esse período de comércio intenso se estendeu até a metade da década de 1980, quando mais uma vez o interesse do Brasil voltou-se para os países desenvolvidos da América do Norte e Europa, relegando ao segundo plano os seus parceiros do continente africano (AGUILAR, 2013).

Com relação especificamente à África do Sul, esse período de distanciamento só começou a ser revertido a partir do final do regime do *Apartheid* (1948-1994) e o início do processo de redemocratização do Brasil (MATTOS, 2015).

Esse processo de quebra de distanciamento foi iniciado no governo de Fernando Henrique Cardoso, com a sua visita oficial à África do Sul, em novembro de 1996, que tinha como principal objetivo demonstrar o interesse do Brasil na ampliação dos negócios das empresas nacionais no continente africano. Essa missão, que foi a primeira visita de um Chefe de Estado Brasileiro àquele país, foi retribuída por Nelson Mandela em julho de 1998, quando foram realizadas várias rodadas de negociações sobre as relações comerciais entre os dois países, que culminaram com a assinatura de acordos comerciais e estratégicos, no campo militar e civil (BRASIL, 2010).

A aproximação entre os dois países caracteriza a mudança de prioridades da política externa brasileira que passa a priorizar o desenvolvimento focado no multilateralismo das relações sob uma nova forma de cooperação Sul-Sul. Esse novo direcionamento da política externa do Brasil foi pautado na formação de alianças flexíveis e parcerias entre potências emergentes e lideranças regionais promovendo mecanismos de *soft balancing*⁵ como estratégia de garantir maior relevância nas discussões dos assuntos globais, como pode ser constatado nas

⁵ O *Soft balancing* envolve estratégias institucionais, tais como a formação de coalizões ou acordos diplomáticos limitados, como BRICS, com o objetivo de limitar o poder de influência das grandes potências estabelecidas (FLEMES, 2010).

iniciativas como a do Fórum de Diálogo Índia, Brasil e África do Sul (IBAS) e o BRICS, coalizão entre Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (FLEMES, 2010).

O fortalecimento da parceria entre os dois países, nessa nova fase, é atribuído aos interesses comuns de ambos no cenário internacional, devido à semelhança de perfis econômicos, que os levaram a se associarem nas disputas em fóruns internacionais, como a luta na Organização Mundial de Comércio (OMC) contra a política de subsídios praticada pela Comunidade Européia, com também pela quebra das patentes dos medicamentos contra o HIV (SARAIVA, 2007).

No governo do presidente Lula essa aproximação tomou nova dimensão graças à sua estratégia de política externa de inserção internacional do Brasil, focada em maior relevância à cooperação Sul-Sul. Corroborando esse entendimento, Lima (2005, p. 28) afirma que:

[...] a partir de 1994, as relações bilaterais Brasil-África do Sul vão experimentar uma “nova era”. Iniciando-se com o Acordo de Pretória e a visita de Fernando Henrique Cardoso ao país, em 1996, a primeira de um presidente brasileiro, seguindo-se o adensamento das relações comerciais, as negociações Mercosul e SADC, e a visita de Luís Inácio Lula da Silva [sic] em 2003 (LIMA, 2005, p.28).

Destaca-se ainda nesse período a criação do Fórum de Diálogo Índia-Brasil-África do Sul (IBAS). O IBAS foi criado em Brasília no ano de 2003, com o objetivo de se constituir num mecanismo de coordenação entre as três democracias emergentes que compartilham dificuldades semelhantes e que se reconhecem como democracias multiétnicas, multiculturais, multilíngues e multireligiosas (LIMA, 2005).

Segundo a página oficial do fórum, os seus membros possuíam em comum o desejo de contribuírem para a “construção de uma nova arquitetura internacional, unindo vozes em temas globais e aprofundando seu relacionamento mútuo em diferentes áreas”⁶.

Além dos objetivos diplomáticos o IBAS previa a cooperação setorial em diferentes áreas como a Defesa. Nesse escopo insere-se a assinatura do Acordo de Cooperação entre o Brasil e a África do Sul em assuntos relativos à Defesa. A assinatura desse acordo, ao qual se atribui o marco inicial do Projeto A-Darter, foi realizada durante a visita do Ministro da Defesa Brasileiro, embaixador José Viegas, em missão oficial à África do Sul, em 04 junho de 2003 (GOLDONI; CIRIBELLI (2016).

⁶<http://www.ibsa-trilateral.org/background.html>

Entre os diversos objetivos existentes no escopo do Acordo, constavam aqueles relacionados à promoção da cooperação em iniciativas relativas à defesa, com destaque para as áreas de pesquisa e desenvolvimento, aquisição e apoio logístico entre os partícipes, incluindo o intercâmbio de experiências nas áreas de ciência e tecnologia. Esse acordo foi considerado como um dos mais completos acordos firmados pelo Brasil com um país africano (GOLDONI; CIRIBELLI, 2016).

Importante ressaltar que naquela ocasião o Ministro da Defesa foi acompanhado por uma delegação composta de representantes da indústria de defesa brasileira, atendendo a uma agenda de reuniões, apresentações e visitas coordenadas pelo Ministério das Relações Exteriores (MRE). Dentre os participantes dessa missão na África do Sul estavam os principais atores do futuro programa A-Darter, representando as empresas dos dois países. Do lado brasileiro, a Avibras e a Mectron e, do lado Sul-Africano, as empresas Kentron e Denel, além da Corporação de Armamentos da África do Sul – ARMSCOR (SILVA, 2015).

Após essa visita, os entendimentos prosseguiram com interação entre as empresas e representantes do Ministério da Defesa dos dois países, até culminarem com a assinatura de protocolos de entendimento e acordos, que viriam a viabilizar a futura parceria entre os dois países.

Dentre os ajustes realizados podemos destacar a assinatura do Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República da África do Sul no campo da Cooperação Científica e Tecnológica⁷, bem como o documento “Declaração de Intenções com a Divisão de Procura e Aquisições (DAPD), do Departamento de Defesa da República da África do Sul para cooperação em Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia na Área de Defesa”, assinado em junho de 2003⁸, visando estudar a viabilidade do desenvolvimento conjunto de um míssil ar-ar, de quinta geração, de curto alcance.

Essa Declaração de Intenções representava a resposta a um convite anterior, do Ministério da Defesa da República da África do Sul ao Ministério da Defesa do Brasil, para a participação conjunta em um Projeto de desenvolvimento de um míssil de última geração (SILVA, 2011).

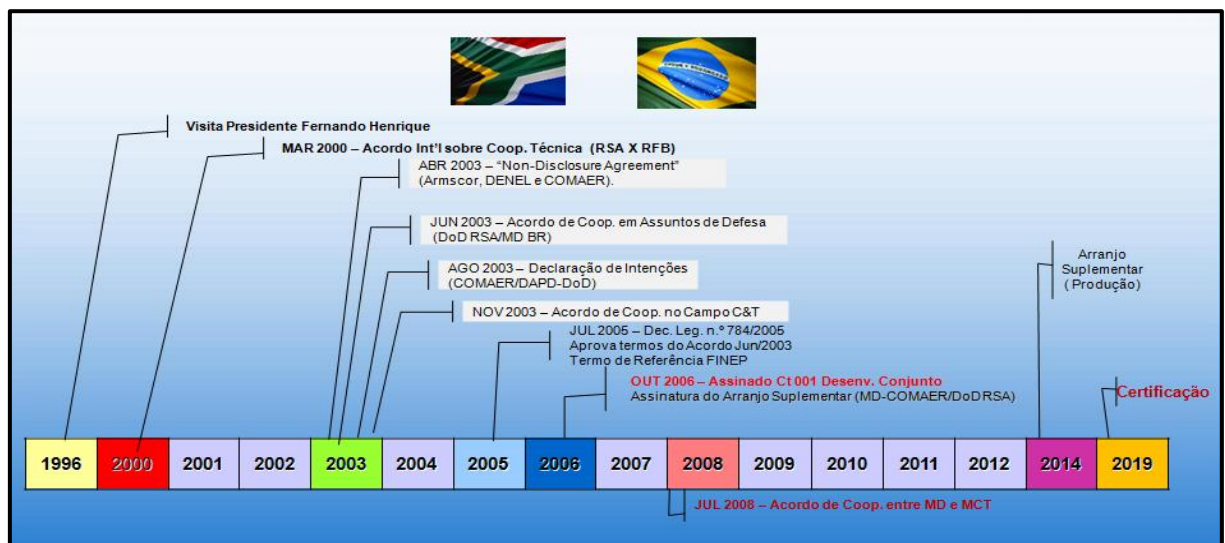
⁷ Acordo Celebrado em *Cape Town*, em 1º de março de 2000, em Capetown. Em vigor desde 25 de julho de 2003 e promulgado pelo Decreto nº 4824, de 02 de setembro de 2003.

⁸ Acordo Celebrado em *Cape Town*, em 04 de junho de 2003, e aprovado pelo Decreto nº 784, de 08 de julho de 2005.

Segundo o Relatório de Tecnologias do Projeto A-Darter, a proposta foi avaliada pelo Comando da Aeronáutica como uma excelente oportunidade para a Força Aérea Brasileira (FAB) e para a Indústria de Defesa Nacional. A avaliação levou em conta que o Projeto, além de representar vantagens operacionais em relação aos mísseis, até então utilizados pela FAB, também possibilitaria a capacitação da indústria nacional na produção e na futura comercialização de mísseis de última geração (FRANCHITTO; REBOUÇAS, 2009).

Graças à participação decisiva do Comando da Aeronáutica com o apoio diplomático e respaldo político do Ministério das Relações Exteriores, as negociações foram bem sucedidas, consubstanciadas na assinatura de um Memorando de Entendimento em 2005 e do Contrato de Despesa nº 001/CTA-SDDP/2006, em 16 de outubro de 2006, celebrado entre a ARMSCOR, representando a África do Sul e o Comando da Aeronáutica (DCTA) pelo lado brasileiro.

Figura 6 – Representação da cronologia de eventos do Projeto A-Darter



Fonte: Santos (2015).

A figura 6 representa a sequência cronológica de eventos, ao longo de 23 anos de negociações entre dois países, para cooperação no campo diplomático e militar, que permitiram o suporte técnico e amparo legal à participação do Brasil no Projeto A-Darter.

4.4 A Estrutura do Projeto A-Darter

Os sofisticados equipamentos militares da atualidade são formados por um conjunto complexo de sistemas e incorporados com as mais modernas tecnologias disponíveis, que estão associadas a conhecimentos estratégicos que dificilmente são comercializados e disponibilizados

O domínio dessas tecnologias demanda grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento e são de difícil acesso para os países em desenvolvimento. As dificuldades enfrentadas são de toda ordem, seja pelas restrições impostas pelo grupo pequeno de países que dominam esse mercado altamente especializado, seja pela escassez de recursos financeiros disponíveis para o seu desenvolvimento (LONGO, 2007).

Nesse contexto, a transferência dessa tecnologia é considerada estratégica e não é oferecida ou comercializada normalmente, os avanços obtidos nessa área são lentos e dependem, muita das vezes, da cooperação com outros países que disponham de tecnologias um pouco mais avançadas na área específica de interesse, como foi o caso da parceria celebrada entre o Brasil e a África do Sul para o desenvolvimento conjunto do míssil A-Darter (SILVA, 2011).

O contrato estabelecia a participação do Brasil, representado pelo COMAER, em conjunto com o Ministério da Defesa da África do Sul, representado pela ARMSCOR, no desenvolvimento de um Sistema de Míssil Ar-Ar, para Autodefesa, Infra-Vermelho e de Curto Alcance (SRAAM), de 5.^a geração, denominado A-Darter.

O míssil A-Darter deveria ser um sistema de autodefesa para ser utilizado por aeronaves de caça contra possíveis aeronaves inimigas, atendendo aos requisitos operacionais definidos pela Força Aérea Sul-africana (SAAF) e pela Força Aérea Brasileira (FRANCHITTO; REBOUÇAS, 2009).

A participação do Brasil permitiria o acesso irrestrito aos processos e às tecnologias relacionadas, bem como aos direitos de propriedade intelectual e industrial alusivos ao desenvolvimento conjunto. Para assegurar a concretização dos objetivos propostos, uma estrutura peculiar e inovadora foi estabelecida:

Para a concretização do Projeto A-Darter o Brasil, representado pelo COMAER, celebrou quatro contratos. Um contrato internacional firmado com a ARMSCOR/DENEL para o desenvolvimento e transferência da tecnologia associada

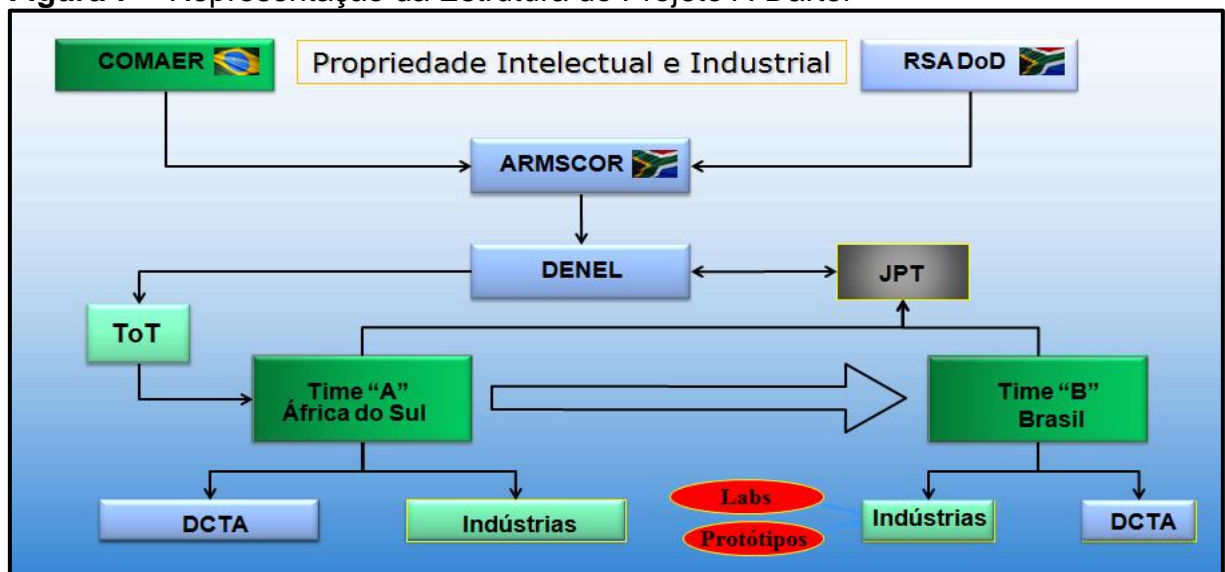
ao míssil e três contratos nacionais com as empresas brasileiras (Mectron, Avibras e Opto Eletrônica), para o recebimento e absorção da tecnologia a ser transferida.

No COMAER, coube a Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC) a supervisão do projeto, o acompanhamento e a fiscalização das atividades das subcontratadas. Para tanto, foram criados dois Grupos de Acompanhamento e Controle (GAC), um na África do Sul (GAC-AFS) e outro no Brasil, em São José dos Campos (GAC-MECTRON).

Os GAC teriam como missão o acompanhamento da execução desses contratos, além de assistir e subsidiar o acompanhamento e fiscalização técnica, administrativa e financeira das atividades contratadas.

O desenvolvimento do A-Darter foi estimado em cerca de US\$ 150 milhões e o Brasil ficou responsável pelo custeio de 50% do projeto, adquirindo o acesso irrestrito aos processos e tecnologias relacionadas, bem como aos direitos de propriedade intelectual e industriais resultantes do desenvolvimento conjunto. Devido às suas características e à possibilidade de proporcionar inovação e competitividade para a comunidade científica e industrial aeroespacial brasileira, o Projeto A-Darter recebeu o suporte financeiro do Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da FINEP, com os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT (Setorial CT Aeronáutico - Fomento a Projetos Institucionais para Pesquisa no Setor Aeronáutico) (BRASIL, 2006).

Figura 7 – Representação da Estrutura do Projeto A-Darter



Fonte: Santos (2015).

A figura 7 demonstra a participação conjunta do Brasil (COMAER) e África do Sul (RSA DoD) na contratação da ARMSCOR para o acompanhamento das atividades da DENEL no desenvolvimento do míssil. Na figura está representado o fluxo da transferência de tecnologia da DENEL, na África do Sul, com o acompanhamento do GAC AFS (Time “A”), até chegar às indústrias brasileiras, com o respectivo acompanhamento do GAC-MELECTRON (Time “B”) no Brasil.

4.5 O Modelo Peculiar de Transferência de Tecnologia

Diante da oportunidade que se vislumbrou com o Projeto A-Darter, foi estabelecido o objetivo da transferência de tecnologia como desdobramento do acordo de cooperação e traçada uma estratégia para assegurar a transferência de tecnologia plena, conforme as definições estudadas nos capítulos anteriores.

O modelo planejado para o processo de transferência da tecnologia do míssil A-Darter, tinha como objetivo principal assegurar a sua efetividade. A meta seria possibilitar que as instituições brasileiras participantes (governo, indústria, universidades e instituições científicas e tecnológicas) fossem capazes de entender e absorver todas as fases de seu desenvolvimento, habilitando-os a produzi-lo e modernizá-lo de forma independente no futuro.

Ficou estabelecido que fossem formadas duas equipes brasileiras para trabalhar no projeto, composta de técnicos civis e militares, denominadas Equipes “A” e “B”, além da criação de uma biblioteca digital para o armazenamento de todos os dados do projeto.

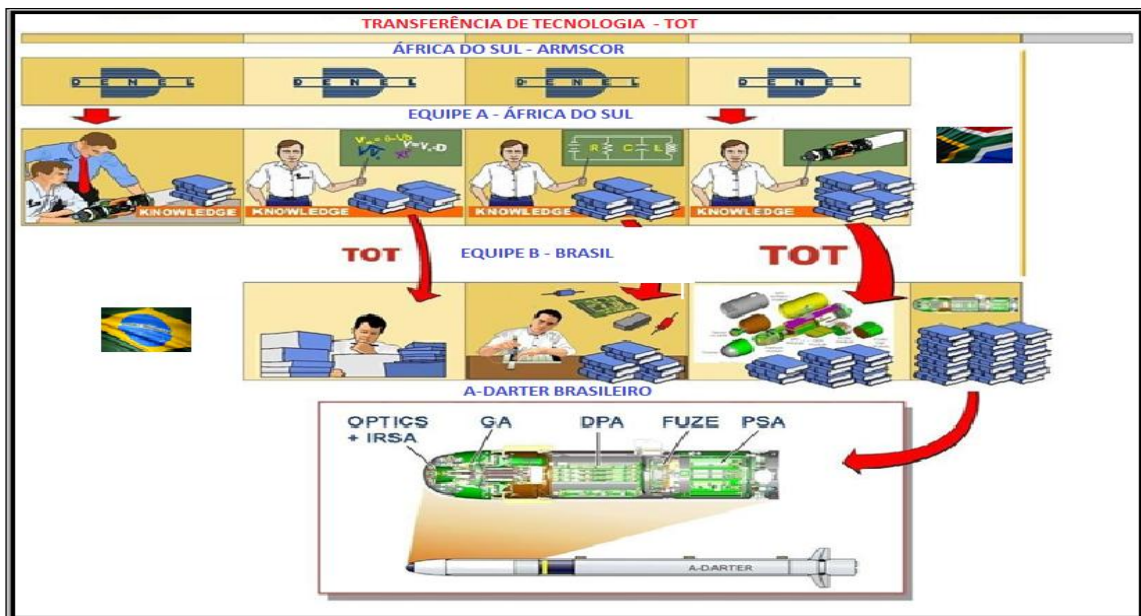
A Equipe “A”, composta de especialistas do COMAER e membros da indústria brasileira, foi alocada nas instalações da Denel Dynamics, na África do Sul. Essa equipe recebeu a missão de acompanhar o desenvolvimento dos subsistemas do míssil junto à equipe sul-africana de engenheiros, bem como assegurar o arquivamento de todo o conhecimento na biblioteca digital do A-Darter.

A equipe “A” teria também a responsabilidade de repassar todos os dados, documentação e experiências para as Equipes “B”, denominadas como equipes espelhos, localizadas no Brasil, distribuídas nas sedes de cada empresa participante do projeto.

A proposta seria que as equipes instaladas em território nacional, organizassem a infraestrutura necessária (instalações, laboratórios, equipamentos e software) para a reprodução das atividades de desenvolvimento realizadas pela Denel Dynamics, na África do Sul. O objetivo a ser alcançado seria que os subsistemas correlatos fossem replicados, de maneira que os itens fabricados e testados no Brasil, seguindo os mesmos procedimentos do projeto original, pudessem comprovar que a tecnologia transferida fosse efetivamente assimilada (BRASIL, 2006).

A peculiaridade desse modelo de transferência de tecnologia é que ele foi planejado e estruturado para assegurar a transferência de uma tecnologia que ainda não estava disponível, ou seja, a ser desenvolvida em conjunto, incluindo todos os riscos inerentes a um processo dessa espécie.

Figura 8 – Modelo de transferência de tecnologia aplicado ao projeto



Fonte: Santos (2015).

A figura 8 ilustra a transferência de tecnologia do A-Darter, iniciada com a transmissão dos conhecimentos da DENEL para a equipe brasileira sediada na África do Sul, que por sua vez, repassa esses conhecimentos para os técnicos das indústrias brasileiras contratadas, atuando no Brasil, com a finalidade de reprodução dos sistemas selecionados.

4.6 Empresas Participantes

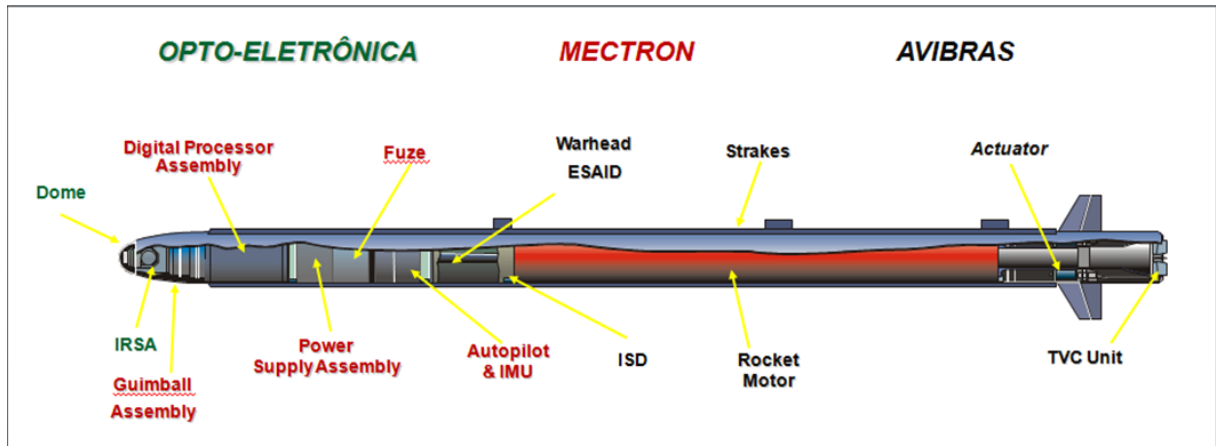
Um míssil de 5ª geração como o A-Darter é um sistema complexo que envolve muitas áreas distintas do conhecimento. Dentre os principais ramos do conhecimento incorporados, podemos destacar as áreas de óptica, mecânica fina, propulsão, computação embarcada, materiais compostos e eletrônica digital.

O requisito básico para o sucesso de um processo de transferência de tecnologia ambicioso como o do Projeto A-Darter, desenvolvido pela Denel Dynamics, utilizando seus 50 anos de experiência em mísseis ar-ar, é a seleção de empresas com a necessária capacidade tecnológica para a absorção dos novos conhecimentos. Ou seja, empresas que possuam o nível adequado de maturidade do seu corpo técnico, bem como uma excelente condição de gestão de pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas de produção.

Diante da complexidade do projeto e do tamanho do desafio de assegurar a capacitação da indústria nacional, nas qualificações requeridas para o desenvolvimento do A-Darter, garantindo o alcance da autonomia científica e tecnológica nesse ramo tão seletivo da indústria de defesa, o Comando da Aeronáutica optou por selecionar os principais subsistemas do míssil e distribuí-los de acordo com as expertises das empresas selecionadas. As empresas foram selecionadas pela sua experiência anterior nas respectivas áreas, bem como a capacidade do seu corpo técnico.

Dessa forma, os subsistemas foram concentrados em três grupos distintos do conhecimento e foram distribuídos entre às empresas brasileiras: a Mectron ficou responsável pelo processamento, detecção, energia para os sistemas e navegação, além de ser a responsável pela integração dos demais sistemas desenvolvidos pelas outras empresas; coube à Avibras os sistemas de propulsão, detonação, superfícies e atuadores; e os sistemas óticos da cabeça do míssil ficaram sob a responsabilidade da Opto Eletrônica.

Figura 9: Subsistemas do míssil A-Darter e empresas nacionais.



Fonte: Adaptação de Denel Dynamics, 2014.

A figura 9 ilustra, em cores distintas, a divisão dos subsistemas selecionados entre as empresas brasileiras. Descritos em vermelho, os itens sob a responsabilidade da empresa Mectron; em verde os itens sob os cuidados da OPTO e na cor preta aqueles designados à Avibras.

Segundo informações do seu site, a Mectron Engenharia, Indústria e Comércio S/A foi uma empresa brasileira, fundada em 14 de fevereiro de 1991, por meio de uma associação de engenheiros oriundos de outras empresas do setor, sediada em São José dos Campos, São Paulo, com foco no mercado de alta tecnologia, em especial o de defesa.

A empresa dedicou as suas atividades ao desenvolvimento de projetos de alto teor tecnológico, tendo como objetivo projetar, certificar, produzir e manter produtos de defesa e aeroespaciais como mísseis, sensores, sistemas de comunicação e subsistemas para satélites.

Ao longo do tempo de participação no projeto A-Darter, a empresa passou por importantes transformações que impactaram diretamente os rumos do Projeto.

No ano de 2007 o BNDES associou-se à Mectron como parceiro investidor, patrocinando o desenvolvimento de tecnologias para integração de sistemas aviônicos, necessárias à instalação de produtos de defesa em plataformas aeronáuticas, o que permitiu a sua participação no projeto A-Darter, envolvendo-se nas áreas de controle, simulação, plataforma estabilizada, aerodinâmica e sistemas embarcados e recebendo a importante responsabilidade de ser a empresa integradora dos sistemas, responsável pela montagem do míssil.

Em 2011 o grupo Odebrecht adquiriu as ações do BNDES e parte das ações dos fundadores, assumindo o controle acionário da Mectron por 4 anos. Após esse período, o grupo Odebrecht passou por uma reestruturação decorrente das denúncias de corrupção envolvidas na Operação Lava Jato⁹ e colocou a Mectron à venda.¹⁰

Finalmente, no período de 2015 a 2017, após os fundadores da Mectron se afastarem da empresa, a SIATT foi criada como uma empresa com os propósitos de dar continuidade aos projetos desenvolvidos com sucesso ao longo dos últimos 25 anos e desenvolver novos projetos no setor de Defesa e Aeroespacial, mantendo sua equipe técnica e as tecnologias comprovadamente desenvolvidas no Brasil.

A Avibras Indústria Aeroespacial S/A é uma empresa brasileira privada de engenharia, criada em 1961, sediada em São José dos Campos – SP, com a finalidade de desenvolver tecnologia e soluções inovadoras para as áreas de Defesa e Civil. Seu produto de maior sucesso é o Sistema ASTROS 2020 (nova geração do Sistema ASTROS), capaz de lançar mísseis de cruzeiro e foguetes guiados, atualmente em desenvolvimento na empresa.

Presente nos mercados nacional e internacional, a Avibras também se destaca no desenvolvimento e na industrialização de diferentes motores foguetes para a Marinha do Brasil e para a Força Aérea Brasileira; sistemas fixos ou móveis de C4ISTAR (Comando, Controle, Comunicação, Computação, Inteligência, Vigilância, Aquisição de Alvo e Reconhecimento) e Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) - o Falcão¹¹.

Já a Opto Eletrônica S/A foi fundada em 1985 por pesquisadores e técnicos do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP/São Carlos). Localizada em São Carlos - SP foi uma das primeiras companhias nacionais de tecnologia criadas a partir de uma incubadora de empresas. A área aeroespacial da Opto nasceu em 1994 com o propósito de fazer pesquisa, desenvolvimento de produtos e prestar consultoria opto-eletrônica-laser aplicada à área aeroespacial.

O principal cliente final da Opto foi o Governo Brasileiro, por meio de seus institutos de pesquisas, agências do setor e Forças Armadas. A área aeroespacial

⁹ A Operação Lava Jato é a maior iniciativa de combate à corrupção e lavagem de dinheiro da história do Brasil vide <<http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/lava-jato/entenda-o-caso>.

¹⁰ Informações obtidas no site da empresa SIATT <<https://www.siatt.com.br/siatt/index.php/a-siatt/>.

¹¹ Informações obtidas no site da empresa Avibras <<http://www.avibras.com.br/site/institucional/quem-somos.html>>. acesso em 29 ago 18.

também prestou serviços para outras empresas que necessitaram integrar em seus produtos e subsistemas a equipamentos do setor.

A parceria SAAB/Akaer, em dezembro de 2016, adquiriu ativos da Divisão de Espaço e Defesa (E&D) da Opto Eletrônica S.A, que passou a se chamar Opto Space & Defense¹².

A Opto S&D tem sido líder de mercado no desenvolvimento de sistemas optoeletrônicos de alta complexidade, incluindo desde os componentes ópticos de precisão, como também seus sistemas eletrônicos de alta confiabilidade, mecânica fina e engenharia de sistemas. A empresa forneceu os subsistemas optoeletrônicos completos e componentes para praticamente todos os projetos de mísseis nacionais, como os MAA-1, MAA-1B, MSS-1.2, MAR-1 e A-Darter¹³.

A Denel Dynamics, empresa responsável pelo desenvolvimento do A-Darter, é uma divisão da Denel SOC Ltd, líder inovadora em tecnologia de sistemas avançados, que tem suas raízes na pesquisa, projeto e desenvolvimento de mísseis, iniciando em 1964. O seu negócio principal inclui mísseis táticos, armas guiadas com precisão, sistemas de veículos aéreos não tripulados e soluções espaciais. Todos os seus produtos são projetados, desenvolvidos e fabricados na África do Sul. A Denel Dynamics é um parceiro estratégico da Força de Defesa Nacional da África do Sul. A empresa também promove colaboração e parcerias com outros países em desenvolvimento, como o Brasil e os Emirados Árabes Unidos. Os seus produtos são utilizados por forças armadas da África, Oriente Médio, Europa, Ásia e América do Sul¹⁴.

4.7 Fatores Críticos e Resultados Alcançados

O desenvolvimento conjunto de um produto bélico de elevado nível de complexidade tecnológica, com limitações de recursos e sujeito a interferências externas e internas, é um exercício de superação constante de desafios tecnológicos e gerenciamento dos riscos inerentes a projetos dessa natureza, visando ao cumprimento de prazos e alcance dos objetivos estabelecidos.

Apenas como exemplo, a simples busca por fornecedores de componentes sensíveis para o projeto torna-se uma tarefa extremamente difícil. A dificuldade

¹² Informações obtidas no site da empresa Opto Eletrônica < <http://opto.com.br/defesa-e-espaco> >. acesso em 06 jan 2020.

¹³ Informações obtidas no site da empresa Opto S&D < <http://www.optosd.com.br/home-pt.html> >. acesso em 30 jan 2020.

¹⁴ Informações obtidas no site da empresa Denel Dynamics < <http://www.deneldynamics.co.za/> >. acesso em 06 jan 2020.

reside, basicamente, em duas razões: restrições e barreiras impostas pelos países concorrentes e a escala reduzida de encomendas que inviabiliza comercialmente a dedicação do corpo técnico de empresas do setor para o desenvolvimento do componente ou a sua substituição devido à obsolescência.

A forma mais comum de interferências estrangeiras ocorre por meio de embargos comerciais, quando, por exemplo, um pequeno componente é associado à produção de material bélico ou julgado de possível emprego bélico e tem seu fornecimento sustado. As consequências de embargo de um componente podem variar de um comprometimento de prazos de etapas importantes do desenvolvimento, impacto no desempenho do produto, aumento de custos, podendo chegar, até mesmo, ao ponto de inviabilizar o projeto como um todo. A história do desenvolvimento do veículo lançador de satélites brasileiros está repleta de exemplos dessa natureza (BRASIL, 2011).

Os principais desafios técnicos enfrentados no desenvolvimento do A-Darter concentraram-se no seu sistema de detecção infra-vermelho, Seeker Functional Area (FSA), compreendido pelos subsistemas do Gimbal Assembly (GA) e do Digital Processor Assembly (DPA). Esse sistema compõe a parte mais importante e sensível de um míssil de 5ª geração, pois é responsável pela detecção, identificação e processamento das informações para interceptação do alvo (BRASIL, 2006).

Outro grande desafio técnico enfrentado foi no desenvolvimento do motor foguete e sua fixação, utilizando uma moderna técnica de solda a laser associado ao sistema de empuxo vetorado, adotado para aumentar a manobrabilidade do míssil (BRASIL, 2006).

Acrescente-se aos desafios técnicos supramencionados as crises financeiras enfrentadas com a consequente desaceleração econômica ocorrida no Brasil e na África do Sul, criando dificuldades para o cumprimento dos compromissos financeiros assumidos com as empresas contratadas. Todo esse cenário de desafios enfrentados provocaram a extensão do contrato em mais de seis anos, devido à necessidade de adequação do cronograma físico financeiro do projeto para comportar toda as atividades mitigadoras e ações imprescindíveis à sua continuidade, como replanejamento de atividades e confecção de novos equipamentos (HILLS e SIMIS) para realização de testes em laboratório.¹⁵

¹⁵ Informação retirada dos documentos que justificam os Termos Aditivos ao contrato com a ARMSCOR (001/CTA-SDPP/2006) TA 04/2011.

A cada nova dificuldade surgida ou mudança de cenário, uma nova rodada de negociações era iniciada para adequação do contrato, possibilitando a continuação do projeto. Ao longo de todo o projeto, foram necessários seis aditivos ao contrato, com alterações diversas de prazos, requisitos e custos, só possíveis de serem viabilizados devido ao elevado nível de confiança conquistada entre as equipes dos países.

Essas alterações contratuais do Projeto A-Darter comprovam a recorrência de determinados problemas do processo de TT, listados no estudo de Jagoda (2007) e Ramanathan (2007), sobre as dificuldades geradas pela falta de confiança entre o cedente e o cessionário, durante as negociações, com destaque para a falta de consenso sobre custos e a pretensão de estabelecer prazos incompatíveis com realidade.

Além dos problemas de projeto, questões internas das empresas também contribuíram para os atrasos no cronograma inicialmente previsto. A crise de gestão e financiamento na Denel causou atrasos na fase de industrialização de mais de um ano na África do Sul, bem como a decisão da Odebrecht, ex-proprietária da Mectron, de se desfazer do negócio de defesa contribuiu para a inviabilização da participação das empresas brasileiras na fase de produção do A-Darter, uma vez que a Mectron seria a empresa integradora dos sistemas do míssil, a ser industrializado no Brasil (SILVA, *et al.* 2019).

Como decorrência desses atrasos, a integração planejada para os F-5EM da FAB foi cancelada e a do Hawk Mk120 da África do Sul foi postergada indefinidamente. Ainda assim, a integração no Gripen da Força Aérea Sul-Africana foi concluída e a Denel foi contratada para integrar o A-Darter no Gripen NG, do Projeto FX2 da FAB (OLIVIER, 2018).

No entanto, ainda que nem tudo tenha ocorrido como planejado e o programa tenha enfrentado essa série de dificuldades técnicas e financeiras para o seu desenvolvimento, causando atrasos na sua conclusão, é possível destacar alguns resultados.

Um ponto que se destaca no A-Darter é o baixo custo total de desenvolvimento, estimado inicialmente em cerca de US\$ 104 milhões, o custo final, após os aditivos aos contratos, chegou a US\$ 150 milhões¹⁶, divididos entre os dois países Brasil e África do Sul. Apenas como referência, o desenvolvimento do AIM-

¹⁶ Valor computado considerando os seis Termos Aditivos ao contrato com a ARMSCOR (001/CTA-SDPP/2006).

9X Sidewinder, que era apenas a atualização da versão AIM-9M existente, custou cerca de US\$ 850 milhões (OLIVIER,2018).

Alguns fatores peculiares do projeto A-Darter são apontados como responsáveis pelo bem sucedido alcance de todos os requisitos estabelecidos para o desenvolvimento a um custo tão reduzido:

- a) O primeiro seria a sua estrutura enxuta de equipe de projeto, que foi planejada para ser composta por um grupo principal de cerca de 30 engenheiros e gerentes, integrando uma equipe total de cerca de 100 técnicos da Denel Dynamics, Mectron, Avibras & Opto Eletrônica, somados aos militares da Força Aérea Sul-Africana e da Força Aérea Brasileira, dedicados em tempo integral ao projeto.
- b) O segundo fator importante foi a abordagem de engenharia de sistemas usada no programa que se mostrou eficaz para redução de riscos e a manutenção dos custos controlados.
- c) O terceiro foi o uso extensivo de ferramentas de simulação de testes em laboratório, Image and Missile Simulation (SIMIS); desenvolvido pela Denel Dynamics para testes dos sistemas críticos do míssil, tais como no desenvolvimento de Hardware para o Gimbal Assembly (GA) e instalações do sistema Hardware in the Loop (HILS) e para o desenvolvimento de ferramentas para a melhoria e verificação do Seeker

A confiabilidade desses sistemas de simulação (HILLS e SIMIS) possibilitou que o projeto fosse desenvolvido com a utilização de um reduzido número de mísseis para os testes de desenvolvimento de equipamentos e campanhas de ensaio de comprovação dos requisitos de qualificação e certificação do A-Darter. No total, foram produzidos apenas 34 mísseis para todo o projeto, sendo que somente 18 foram lançados do ar, marca significativamente baixa, considerando que programas similares lançam, normalmente, mais de 60 mísseis para a mesma tarefa (OLIVIER, 2018).

A fase final de ensaios da campanha de qualificação e certificação do míssil foi concluída no final do ano de 2018, no campo de provas Overberg Test Range da Denel, perto de Bredasdorp, no Cabo Ocidental da África do Sul. A campanha foi composta de quatro lançamentos guiados contra os Drones de Alvo de Alta Velocidade (SKUA), fabricados pela Denel. Cada um desses lançamentos guiados, denominados S1.1 a S1.4, buscaram replicar e verificar um tipo diferente de cenário

de manobras de combate aéreo. Em todos os cenários foi utilizado como plataforma de lançamento o Gripen C da Força Aérea da África do Sul (JAYME, 2018).

O primeiro cenário (S1.1) testou a capacidade de aquisição de alvo após lançamento (Lock-On After Launch – LOAL), onde o A-Darter foi disparado em modo de voo livre a longo alcance antes que seu sensor infravermelho a bordo tivesse adquirido o alvo. O míssil navegou para um ponto futuro, onde se esperava que o alvo navegasse e adquiriu o alvo no final da fase de voo livre, interceptando o SKUA com um golpe direto, demonstrando a precisão dos sensores de rastreamento de alvo do míssil.

Figura 10 – Imagem do míssil atingindo o alvo na campanha de qualificação e certificação (S1.1)



Fonte: Adaptação de Denel Dynamics, 2014.

O segundo cenário (S1.2) foi programado para comprovar o nível de agilidade do A-Darter, com uma configuração de Manobra de Combate Aéreo de *Chase* a curta distância, submetendo o míssil a +80g de força G, campo de visão amplo e grande capacidade de direcionamento de mira (high-off boresigh – HOBS). Nesse cenário, o míssil realizou uma manobra de 180 graus após o lançamento, rumando direto para o alvo, posicionado atrás do Gripen, passando à distância necessária para a espoleta de proximidade detonar e destruir o alvo, em uma situação real de combate.

Os dois últimos cenários, terceiro (S1.3) e quarto (S1.4), foram conduzidos na configuração *Blow-through Air Combat Maneuver* com contramedidas eletrônicas. O conjunto de algoritmos de contramedidas e medições eletrônicas do míssil demonstrou a capacidade projetada para especificação, ignorando todas as tentativas de chamariz das contramedidas e navegando, com sucesso, na direção do alvo.

A Campanha de qualificação e certificação contou com a presença de representantes da Armscor, da Força Aérea Sul-Africana e da Força Aérea Brasileira. Todos os quatro cenários testados foram bem-sucedidos, atendendo aos rígidos requisitos de aceitação estabelecidos para o programa (JAYME, 2018).

A Denel Dynamics concluiu a revisão formal de qualificação do míssil A-Darter em agosto de 2019, seguida pela certificação em setembro pela *Directorate of System Integrity* da Força Aérea da África do Sul (SAAF) e o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), unidade da FAB subordinada ao DCTA (MARIA, 2019).

O Certificado é o reconhecimento oficial de que o sistema atende aos requisitos técnicos, operacionais, logísticos, industriais e de segurança emitidos tanto pela Força Aérea Brasileira quanto pela Força Aérea Sul-Africana, e simboliza o encerramento do ciclo de desenvolvimento do projeto.

O encerramento formal do Projeto A-Darter foi marcado com uma cerimônia realizada em Brasília, no dia 26 de setembro de 2019, quando foram entregues à Denel Dynamics os dois Certificados de Tipo, com a Armscor da África do Sul simultaneamente entregando formalmente o *Data Package* do Projeto A-Darter ao Departamento Brasileiro de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (MARIA, 2019).

Muito embora a maioria dos dados técnicos sobre o míssil sejam sigilosos, as informações disponíveis demonstram que o SRAAM (short-range air-to-air missile) de quinta geração A-Darter está em condições de competir com os seus principais concorrentes, com destaque para algumas de suas características: estrutura sem empenas, proporcionando baixo arrasto, com alcance máximo superior a 20 km e velocidade máxima em torno de Mach 3; motor foguete com emissão de baixo nível de fumaça, diminuindo a probabilidade de visualização do lançamento por parte do alvo; empuxo do motor foguete vetorado¹⁷ (extrema agilidade e maior capacidade de manobra, permitindo suportar mais de 80 g); autodiretor com imageador infravermelho de alta sensibilidade, varrendo em duas cores (SWIR & MWIR), proporcionando uma maior capacidade de detecção do alvo; capacidade de identificar e superar contramedidas eletrônicas (proteção contra os flares existentes); capacidade *lock-on before launch & after launch* (pode ser lançado já com o alvo identificado ou identificá-lo após o lançamento); designação do alvo por meio do radar, capacete e da função de *scan* do míssil (JAYME, 2018).

¹⁷ **Empuxo vetorado:** significa que o empuxo que gera aceleração para uma aeronave ou um míssil pode ser direcionado, proporcionando-lhes grande capacidade de manobras no ar.

Segundo informações disponibilizadas pela FAB¹⁸, considerando todas essas características, é possível que o míssil A-Darter proporcione modernização operacional, se comparado aos mísseis atualmente operados pela Força Aérea Brasileira, uma vez que poderá propiciar o aumento da sua capacidade ofensiva e independência futura do Brasil na utilização desse tipo de armamento.

¹⁸ FORÇA AÉREA BRASILEIRA <https://www.fab.mil.br/noticias/tag/A-DARTER>.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo estão apresentados os dados coletados a partir de fontes primárias e secundárias para a análise do processo de transferência de tecnologia, orientados segundo as categorias de dimensões e critérios de eficácia do Modelo de Avaliação de Bozemam (*Contingent Effectiveness Model*) (2000), complementados pela revisão literária sobre o tema, visando possibilitar a obtenção da resposta ao objetivo proposto para esta pesquisa.

Dentro de cada categoria de dimensão foram investigados os critérios de eficácia relacionados, segundo quadro 4 elaborado no capítulo 2, de maneira que todos os critérios de efetividade pudessem ser investigados sob o enfoque dos diferentes ambientes, explorando a visão peculiar de cada tipo de agente envolvido no processo de TT do A-Darter.

Seguindo essa metodologia, buscou-se atingir uma análise mais abrangente de todos os critérios de eficácia do modelo de Bozemam, envolvendo todos os diferentes tipos de agentes no processo de TT, Cedente, Cessionário e Interveniente, contribuindo para uma análise ampla e objetiva do problema proposto para a pesquisa.

5.1 1ª Dimensão - Agente da Transferência

Nessa dimensão foram analisados os critérios de eficácia elencados no trabalho de Bozemam que mais se aplicavam ao Cedente da tecnologia, no caso estudado, a empresa Denel, contratada pelos dois países para o desenvolvimento e transferência da tecnologia. Os critérios investigados foram: “*Out-the-door*”; impacto no mercado; desenvolvimento econômico; impactos políticos; capital científico, tecnológico e humano.

A análise dos critérios de eficácia supramencionados foi realizada com base nos relatórios do Projeto, disponíveis na COPAC, em artigos publicados em ambos os países participantes e complementados por entrevistas realizadas com representantes dos três atores do processo de TT, Cedente, Cessionários e Intermediários, além de impressões gerais sobre o projeto, coletadas dos demais

engenheiros sul africanos e brasileiros, durante evento de encerramento do projeto, realizado no final de 2019¹⁹.

Durante as entrevistas foram aplicadas perguntas específicas para investigação de cada critério de eficácia, conforme a seguir:

- a. **“Out-the-door”** – “Considerando as condições acordadas contratualmente, sob o enfoque de prazos, metas e objeto, o Sr considera que a tecnologia desenvolvida no A-Darter foi transferida, ou seja, a empresa se acha capaz ou já tem capacidade de reproduzir a tecnologia transferida?”
- b. **impacto no mercado** – “A tecnologia transferida resultou (ou há expectativa) em um impacto comercial para sua empresa, seja em relação à venda de produtos, lucro ou mudança de participação no mercado?”
- c. **desenvolvimento econômico** – “O Sr consegue identificar algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a sua empresa está sediada, que possa ser associado ao processo de transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?”
- d. **impactos políticos** – “O Sr avalia que a participação da sua empresa no processo de TT do Projeto A-Darter proporcionou ganhos políticos em relação a sua imagem? (considerando o acesso a novos parceiros, clientes, novos projetos financiados por órgãos de fomento governamentais, etc.)”
- e. **capital científico, tecnológico e humano** – “O Sr. consegue identificar alguma mudança na capacidade dos especialistas envolvidos no processo de TT do Projeto A-Darter de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas a partir da tecnologia recebida?”

O critério “*Out-the-door*” foi analisado segundo os parâmetros do conceito de tecnologia de Longo (2007), aplicados nesta pesquisa como o domínio do conjunto organizado de todos os conhecimentos associados ao desenvolvimento dos sistemas do míssil A-Darter (*know why*) em condições de aplicá-los no desenvolvimento de novos produtos. Considerou-se também o modelo adotado de transferência de tecnologia de fluxo horizontal ou externa (BENNET 2002),

¹⁹ Evento realizado em Brasília que marcou o encerramento do ciclo de desenvolvimento do projeto A-Darter, Informações obtidas no site da COPAC> <http://www.copac.intraer/index.php/ultimas-noticias/353-sistema-atende-aos-requisitos-tecnicos-operacionais-logisticos-industriais-e-de-seguranca>.

estabelecido contratualmente para a transferência da tecnologia desenvolvida pela empresa Sul-Africana Denel Dynamics para as empresas brasileiras participantes.

Sob a visão da empresa cedente, a tecnologia dos sistemas selecionados foi totalmente transferida, segundo condições acordadas, embora o prazo previsto inicialmente tenha sido postergado em mais de seis anos, devido a problemas com o desenvolvimento de alguns subsistemas. Os engenheiros da empresa afirmaram ter confiança de que os técnicos brasileiros envolvidos no processo adquiriram todas as habilidades necessárias para reprodução da tecnologia, bem como são capazes de desenvolver novos produtos partindo do conhecimento adquirido no processo de desenvolvimento. O gerente técnico do Projeto demonstrou confiança com o resultado alcançado: “Sim, eu realmente acredito que foi transferida. Eu estive envolvido nesse processo desde o início até agora e acredito que eles adquiriram as habilidades.”²⁰ Representando a visão dos intermediários, o oficial da Força Aérea Sul Africana também compartilha da mesma opinião: “(...) estão em condições de reproduzir tecnologia similar e certas habilidades adquiridas em outros produtos.”²¹

As entrevistas com os cessionários, principais interessados no processo, corroboraram o entendimento de que a tecnologia foi transferida dentro dos parâmetros acordados, como afirmou o representante da Avibras: “Sob o enfoque de prazos, metas e objeto, a tecnologia foi transferida e o objeto contratual foi entregue, atendendo ao que se esperava como meta que foi atingir um demonstrador de conceito do “motor foguete e ISD (ignition safety device)”²².

Para o critério de impacto no mercado e desenvolvimento econômico, que estão diretamente relacionados, só foi possível constatar resultados para a África do Sul, considerando que o país iniciou o processo de industrialização, sem a participação das empresas brasileiras. No lado sul-africano, já é possível identificar alguns impactos, principalmente no envolvimento das empresas fornecedoras para linha de produção do míssil. Conforme informado pelos engenheiros entrevistados, já são, aproximadamente, 140 empresas envolvidas, direta ou indiretamente, como fornecedoras de materiais ou prestadoras de serviço.

Os impactos políticos foram percebidos e tiveram efeitos práticos para Denel Dynamics. Segundo membros da sua diretoria, o projeto permitiu a projeção da empresa na América do Sul, abrindo novas oportunidades de mercado e parcerias,

²⁰ Trecho da entrevista com Japie Maré, gerente de programa de Denel Dynamics A-Darter, (tradução nossa).

²¹ Trecho da entrevista com Lt Col Denais.G. du Toi. Systems Engineer Project ASSEGAAI (DAFA), (tradução nossa).

²² Marco Aurélio Almeida, engenheiro executivo de vendas da AVIBRAS.

além de possibilitar internamente, maior confiança do Estado para o aporte de novos recursos para os projetos atualmente em desenvolvimento na empresa.

Dentro do critério de recompensa política, na condição definida por Bozemam (2000) como “bom parceiro comercial”, a parceria com o Brasil, também demonstrou a capacidade da empresa em desenvolver projetos em conjunto com outros países, bem como aumentou a sua credibilidade em relação à transferência de tecnologia para novos parceiros.

Segundo relatos dos gerentes sul-africanos do programa, em relação aos critérios de capital científico, tecnológico e humano os resultados foram muito positivos. Embora a previsão da atuação dos técnicos brasileiros na África do Sul fosse restrita ao recebimento da tecnologia transferida, a interação muito positiva entre as equipes do Brasil e da África do Sul proporcionou a obtenção de elevação de nível técnico para ambas as equipes. As entrevistas demonstraram que o trabalho conjunto na fábrica da Denel possibilitou uma troca positiva de experiências, como demonstrou Japie Maré

(...) como o exemplo da minha própria experiência, não só como membro da equipe técnica, mas também quando eu fui promovido a gerente do projeto, eu aprendi muito com o Coronel Coelho (gerente brasileiro). A interação com a equipe foi muito boa e lucrativa.²³

Os técnicos sul africanos destacam ainda que a boa interação entre os profissionais do projeto provocou o amadurecimento técnico das equipes e mudou a forma de atuação desses profissionais em alguns processos internos da empresa. Nas entrevistas, foi mencionado como exemplo a elevação de nível percebida no processo de certificação, graças a padronização de procedimentos, assimilados no trabalho em conjunto com os técnicos do IFI do Brasil para certificação do míssil, conforme relatado por Japie Maré:

(...) o modo como lidamos com o processo de autoridade de certificação, nós aprendemos muito com o processo que deve ser seguido, nós conhecemos o processo, mas alguns processos dentro da Denel não são tão intuitivos, definitivamente ganhamos muito com essa experiência.²⁴

²³ Trecho da entrevista com Japie Maré, gerente de programa de Denel Dynamics A-Darter (tradução nossa).

²⁴ Trecho da entrevista com Japie Maré, gerente de programa de Denel Dynamics A-Darter (tradução nossa).

5.2 2ª Dimensão - Meio de Transferência

Nesse ambiente buscou-se investigar a efetividade do veículo, processo ou forma, pelo qual a tecnologia foi transferida, com base nos riscos assumidos.

Para a investigação do critério de eficácia Fator de Risco foram consultados representantes de todos os atores do processo, Cedente, Cessionário e Intermediário. As entrevistas com esses atores foram orientadas pelos seguintes questionamentos:

- a) “Foram considerados e/ou avaliados os riscos inerentes ao Processo de TT?”
- b) “Quais os principais pontos positivos e negativos da experiência do modelo adotado de desenvolvimento conjunto com transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?”

O modelo adotado para o A-Darter prevendo a divisão da equipe de técnicos em dois times, um atuando diretamente no desenvolvimento junto aos engenheiros da empresa desenvolvedora e outro reproduzindo os sistemas no Brasil, possui características dos sistemas de aprendizado passivo e ativo de Viotti (2001). Nas entrevistas com os envolvidos foi possível constatar a incidência de pontos positivos e negativos, peculiares de cada sistema.

Como ponto positivo, foi destacado o ganho obtido com a participação ativa de alguns técnicos brasileiros no desenvolvimento do míssil na África do Sul, possibilitando a maior participação em todas as fases, incluindo a superação dos desafios tecnológicos do desenvolvimento. Segundo a opinião dos engenheiros brasileiros e sul-africanos consultados, essa forma de atuação proporcionou a assimilação de todo conhecimento envolvido na tecnologia dos sistemas selecionados do míssil, incluindo suas limitações e peculiaridades do processo de produção.

Essa forma de participação dos brasileiros na África do Sul pode ser comparada ao Sistema de Aprendizado Tecnológico Ativo de Viotti (2001), pois comprovou a condição dos técnicos brasileiros de incorporar novas capacitações tecnológicas que lhes permitiram aperfeiçoar, empreender inovações e criar novas tecnologias derivadas.

As entrevistas demonstraram que essa condição ativa possibilitou uma interação maior entre as equipes e elevou o nível de confiança entre o corpo técnico

do projeto. A confiança mútua na capacidade das duas equipes facilitou a transmissão dos conhecimentos e troca de experiências, além das expectativas iniciais, provocando em algumas ocasiões a troca de papéis entre os atores (cedente e cessionário).

O Coronel Denais destacou que em algumas ocasiões, os engenheiros brasileiros contribuíram decisivamente para a solução de problemas críticos no desenvolvimento do A-Darter, como na solução dos algoritmos do sistema de navegação do míssil.

O principal ponto é que os membros do programa, os brasileiros, se estabeleceram no centro do desenvolvimento, junto com a equipe de desenvolvimento, eu penso que é melhor forma de fazer. Eles foram parte do desenvolvimento, não apenas alunos. Em muitos processos como o de controle de navegação os membros brasileiros participaram ativamente e ajudaram na solução dos problemas.²⁵

Essa troca de papéis é apresentada como padrão de eficácia no modelo *Role Shifting Model* de TT bem-sucedida (KUNDU, BHAR; PANDURANGAN, 2015).

Em contrapartida, a forma escolhida para a comprovação da TT, mediante a reprodução dos sistemas selecionados no Brasil, que se assemelha ao processo de aprendizado passivo, onde são desenvolvidas apenas capacidades para absorção de tecnologias geradas, passíveis de serem aperfeiçoadas com a experiência de produção (VIOTTI, 2001), não é uma unanimidade entre os militares participantes das Forças Aéreas, de ambos os países, que participaram do projeto. Segundo alguns desses militares, embora esse processo demonstrasse a capacidade de reprodução da tecnologia recebida (*know how*), ele não assegura o domínio pleno da tecnologia envolvida (*know why*), garantindo a possibilidade de desenvolvimento autônomo de novos produtos.

Denais acredita que a fragilidade desse modelo seja o método escolhido para demonstrar a absorção da tecnologia:

(...) que não foi muito positivo foi o método de provar a transferência da tecnologia para as empresas com as instruções para reprodução dos sistemas, as empresas tentaram fazer uma cópia do sistema, eu não penso que seja o melhor forma que foi usada, talvez as empresas deveriam ficar responsáveis pelo desenvolvimento de alguns itens ou sistemas, desde o começo.²⁶

²⁵ Lt Col Denais.G. du Toi. Systems Engineer Project ASSEGAAI (DAFA).

²⁶ Tenente Coronel da Força Aérea da África do Sul, Denais.G. du Toi

O Coronel Anderson também compartilha desse entendimento:

(...) o ponto fraco do modelo foi não ter dividido sistemas, então era para ter na África do Sul desenvolvido alguma coisa, com a nossa ajuda lá e aqui no Brasil ter desenvolvido outras coisas com a ajuda do pessoal da África do Sul aqui e ao final juntar e ter um produto só, com linhas de produção distintas, mesmo que fossem coisas muito simples.²⁷

Os mesmos engenheiros sugerem que os recursos dispendidos para a simples reprodução dos sistemas no Brasil poderiam ser empregados no desenvolvimento de determinados sistemas ou itens selecionados, pelas empresas brasileiras, com o devido acompanhamento da empresa desenvolvedora.

A opção da divisão das equipes brasileiras em dois times distintos, um com atuação ativa no desenvolvimento e outra na reprodução, é um ponto ainda a ser estudado ao final do projeto. Apesar da sugestão dos engenheiros entrevistados, não é possível concluir, sem um estudo mais específico, se o ganho tecnológico seria maior com as duas equipes atuando conjuntamente no desenvolvimento, uma na África do Sul e a outra no Brasil, ainda que os riscos envolvidos fossem bem maiores.

Essa questão de inadequação dos mecanismos escolhidos para implementar a transferência é um exemplo de uma das barreiras a serem consideradas, na fase de planejamento (stage 4) destacadas por Jagoda (2007) em seu modelo Stage-Gate de TT.

Pela sua complexidade e relevância, esse tema poderia ser alvo de um estudo mais aprofundado em outra pesquisa.

5.3 3ª Dimensão – Objeto da Transferência

Nessa dimensão a tecnologia desenvolvida para o míssil A-Darter foi investigada, segundo critérios de conhecimento científico, tecnologia física, artefato tecnológico, processo, know-how, compatibilidade e adequabilidade às expectativas dos recebedores da tecnologia, dentre outros. As entrevistas foram direcionadas aos

²⁷ Coronel Engenheiro da Força Aérea do Brasil, Anderson Mendes Moreira

representantes dos Cessionários e Intermediários e focaram nas seguintes questões:

- a) “O Sr considera que a TT do Projeto A-Darter proporcionou impacto no uso de novas tecnologias e soluções técnicas locais, considerando a possibilidade de uso alternativo dos recursos técnicos e científicos adquiridos (laboratórios, equipamentos, treinamentos)?”
- b) “O Sr consegue identificar alguma mudança na capacidade dos especialistas envolvidos no processo de TT do Projeto A-Darter de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas a partir da tecnologia recebida?”
- c) “A tecnologia transferida é compatível com o grau de desenvolvimento e necessidade da empresa e seus possíveis usuários?”
- d) “A tecnologia recebida tem potencial para ser expandida para outros setores, impactando o desempenho de outros processos?”
- e) “O custo da tecnologia a ser transferida é compatível com o desenvolvimento econômico local?”

As entrevistas e os artigos publicados em periódicos do Brasil e da África do Sul ²⁸ sobre as campanhas de qualificação e certificação demonstraram o entusiasmo dos participantes do projeto, todos categóricos em confirmar o alcance pleno dos requisitos estabelecidos para o míssil.

Os resultados das campanhas demonstram que todos os quatro lançamentos foram bem-sucedidos e todos os requisitos de aceitação estabelecidos no início do programa foram atingidos ou superados (JAYME, 2018). Ressalta-se também, como ficou claro nas entrevistas com os engenheiros, o aspecto positivo de mudança de processos nas empresas de ambos os países.

Na África do Sul, além da já mencionada contribuição para a elevação de nível no processo de certificação na Denel, o A-Darter teve papel importante no processo de inovação dentro da empresa. A tecnologia desenvolvida para o projeto está sendo transferida para aplicação em outros produtos que apresentam melhorias tecnológicas significativas, consoante o conceito de inovação incremental (MBC, 2008). Como exemplo dessa transferência de tecnologia, destaca-se o projeto do míssil de longo alcance (+100 Km) Sul Africano Marlin, que teve o seu caminho de

²⁸ FORÇA AÉREA BRASILEIRA < <https://www.fab.mil.br/noticias/tag/A-DARTER>; DEFENSE INDUSTRY DAILY <<https://www.defenseindustrydaily.com/south-africa-brazil-to-develop-adarter-sraam-03286/>.

desenvolvimento reduzido pelos conhecimentos recebidos do A-Darter (OLIVIER, 2018).

No lado brasileiro, empresas como a Avibras confirmaram a influência positiva nos métodos, processos, simulações e metodologia dos ensaios em produtos da empresa, por conta da sua participação no Projeto a-Darter:

(...) consideramos que influenciou as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e citamos alguns exemplos: melhora em gestão de programas de alta performance e complexidade técnica; melhora em métodos, processos e caracterização de materiais e emprego de normas específicas do setor aeroespacial; melhora no processo de montagem, integração e testes de foguetes e mísseis guiados; melhora em questões de conhecimentos em novas tecnologias de materiais compósitos, atuadores, cabeça de guerra, diferentes tipos de simulações para mitigar riscos sejam estas de voo, materiais, elétricos, pirotécnicos dentre outros.²⁹

As entrevistas com os representantes das empresas demonstraram o entusiasmo desses engenheiros com os impactos decorrentes do transbordamento da tecnologia recebida para outros processos e produtos dentro das empresas, classificado por alguns autores como transferência de tecnologia interna (BACH, COHENDET; SCHENK, 2002). A Opto apresentou um exemplo prático de *spin-off* do setor de defesa para o setor espacial (ROGERS; TAKEGAMI; YIN, 2001). O exemplo decorre da transferência da tecnologia do sistema sofisticado de alinhamento de lentes do míssil A-Darter para o alinhamento de lentes em câmeras de satélites.

5.4 4ª Dimensão – Receptor da Transferência

O foco dessa dimensão são os cessionários, as organizações, empresas e instituições que foram beneficiadas com a TT. Conforme já mencionado anteriormente, o Projeto A-Darter contou com três empresas brasileiras atuando como cessionárias no processo de absorção da tecnologia desenvolvida para o míssil. É importante esclarecer que devido a situação específica de venda da Mectron, mencionada no capítulo anterior, a investigação com as empresas cessionárias ficou limitada aos representantes da Opto S&D e da Avibras.

²⁹ Trecho da entrevista com o engenheiro Marco Aurélio Almeida, Executivo de Vendas da Avibras.

Dentro dessa dimensão, a investigação foi conduzida focada nos critérios “*Out-the-door*”; impacto no mercado; desenvolvimento econômico; impactos políticos; custos de oportunidade; capital científico, tecnológico e humano; capacidade evolutiva da tecnologia. Dada a amplitude de critérios de eficácia aplicados à essa dimensão (BOZEMAM, 2000), as entrevistas foram orientadas seguindo o questionário completo com as doze perguntas do roteiro.

Sobre o aspecto da saída da tecnologia do cedente para o cessionário (“*Out-the-door*”), as entrevistas demonstram uma convergência de entendimento em relação à efetividade desse critério. Os representantes da Denel e os representantes das empresas brasileiras foram uníssonos em afirmar que a transmissão do conhecimento e a respectiva absorção foi bem-sucedida. O representante da Opto afirmou em sua entrevista:

(...) a área da tecnologia já é uma área de domínio da OPTO, obviamente tem a particularidade de cada projeto, nesse especificamente, a empresa durante o processo, durante o contrato, ajudou a desenvolver e aprendeu a tecnologia desse projeto e sim ela é capaz de reproduzir e até melhorar essa tecnologia, então considero que foi transferida a tecnologia.³⁰

O representante da Avibras corroborou esse entendimento em sua entrevista:

“Sob o enfoque de prazos, metas e objeto, a tecnologia foi transferida e o objeto contratual foi entregue, atendendo ao que se esperava como meta que foi atingir um demonstrador de conceito do “motor foguete e ISD (ignition safety device)”³¹

A ressalva apontada foi que devido às restrições financeiras do projeto que limitaram a quantidade de técnicos das empresas brasileiras, atuando no desenvolvimento na África do Sul, bem como as restrições operacionais e de infraestrutura das empresas, os esforços foram concentrados nos sistemas a serem reproduzidos no Brasil, considerados prioritários para a transferência de tecnologia: detecção e rastreamento de alvo; processamento de dados; navegação; detonador, motor foguete; atuadores e empuxo vetorado.

Na sua entrevista, o Coronel Anderson detalha essa dificuldade enfrentada pela equipe brasileira na África do Sul:

³⁰ Henrique Pazelli, Gerente de Projeto, Opto Space & Defense.

³¹ Marco Aurélio Almeida, engenheiro executivo de vendas da AVIBRAS.

(...) embora todo o acesso tenha sido disponibilizado, nós não tivemos “pernas” suficientes para absorver tudo. Foi necessário fazer escolhas sobre quais processos nossa equipe participaria, pois lá na África do Sul existiam mais de 150 engenheiros sul-africanos participando e nós éramos apenas 20 engenheiros brasileiros no início e não tínhamos condições de participar de todos os grupos.³²

Dessa forma, o entendimento é que, para esses sistemas previamente selecionados e reproduzidos no Brasil, a tecnologia pode ser considerada transmitida em sua plenitude, com absorção de domínio completo e possibilidade de aplicá-la em novos produtos (CYSNE, 2005). Para o restante da tecnologia, não incluída nos sistemas priorizados, embora todo conhecimento tenha sido disponibilizado, a absorção de domínio teria sido apenas parcial, uma vez que ainda não pode ser comprovada, mediante a sua aplicação no desenvolvimento de outros produtos.

Em termos de sucesso comercial, dentro dos critérios de “impacto no mercado” e “desenvolvimento econômico”, é importante destacar que, diferentemente da África do Sul, não existe previsão de início de um projeto para industrialização do A-Darter no Brasil, bem como não existe acordo comercial entre as empresas brasileiras para o fornecimento de sistemas ou produção em conjunto do míssil com a Denel. Nesse contexto, não é possível uma avaliação objetiva do sucesso comercial, com impacto no desenvolvimento econômico da região onde estão sediadas essas empresas.

No entanto, se considerarmos a absorção da tecnologia e a possibilidade da sua aplicação em outros processos e produtos da empresa, pode ser considerado que houve impacto positivo, ainda que de forma indireta, conforme relatos dos representantes da empresa Avibras: “Sim, podemos dizer que qualquer tecnologia, seja ela para nicho de produtos específicos ou dual para o mercado civil sempre trará benefícios comerciais para qualquer empresa, economia local, regional e para o país.”³³. A empresa OPTO demonstrou o mesmo entendimento:

(...) embora a empresa já trabalhava na área e possuía produtos da aérea de mísseis, o fato da empresa ter adquirido essa tecnologia, ela adicionou um item no seu portfólio, então diretamente por possuir um novo item no seu portfólio, ela pode oferecer eventualmente numa compra de mísseis até

³² Coronel Engenheiro da Força Aérea do Brasil, Anderson Mendes Moreira.

³³ Marco Aurélio Almeida, engenheiro executivo de vendas da AVIBRAS.

mesmo para o próprio país, ela pode oferecer isso. E indiretamente também, a tecnologia de ponta, o fato de a empresa ser reconhecida como capaz de trabalhar nesse projeto e receber a tecnologia, acaba ganhando diretamente mercado.³⁴

No critério de “impactos políticos” as afirmações das duas empresas são coincidentes ao avaliar a participação no projeto como muito positiva para a sua imagem, pois demonstrou a capacidade dessas empresas em absorver tecnologias avançadas e participar de projetos multinacionais, habilitando-as para novos convites de participação em projetos semelhantes.

Outro efeito indireto dessa participação no projeto, segundo posicionamento das empresas, foi a facilitação de acesso a financiamentos para novos investimentos em projetos próprios, devido à credibilidade conquistada junto às agências financiadoras, graças a sua participação no Projeto A-Darter.

O representante da Avibras demonstrou a amplitude da repercussão, no critério de “impactos políticos”, decorrente da participação da empresa no Projeto A-Darter. Segundo ele, no desenvolvimento de um míssil de 5ª. Geração, em que se incorporam novas tecnologias, há uma demanda de engenharia mais refinada para atender ao escopo proposto para a TT. Essa demanda refletiu positivamente na imagem da empresa que, ao ser contratada, buscou essa mão de obra qualificada nas melhores universidades, incentivou parcerias tecnológicas com outros centros e institutos de pesquisa. Destaca, ainda, que a empresa passou a ser uma referência junto à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que, aportando recursos para a participação do Brasil nesse projeto, deu visibilidade mundial ao setor de Defesa do país e ainda, o beneficiou em questões de capacitação, absorção de conhecimento e no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas para o setor de Defesa. “Acabamos nos tornando uma referência junto ao Governo e às nossas Forças Armadas, por estarmos envolvidos em um projeto de Defesa de interesse nacional”³⁵.

Segundo os critérios custos de oportunidade; capital científico, tecnológico e humano; constatou-se nas entrevistas com os representantes das empresas brasileiras que para a reprodução dos sistemas do míssil no Brasil, houve a necessidade de aquisição de novos equipamentos e desenvolvimento de novos

³⁴ Henrique Pazelli, Gerente de Projeto, Opto Space & Defense.

³⁵ Trecho da entrevista com o Sr. Marco Aurélio Almeida, engenheiro executivo de vendas da AVIBRAS.

processos produtivos que acabaram sendo incorporados na capacidade produtiva das empresas.

Pazelli explicou como esse processo ocorreu na Opto:

“(...) Por exemplo, para fabricar a lente no A-Darter nós tivemos que implementar um software junto a uma máquina aqui, porque do jeito que era com o software convencional ele não era capaz de produzir. A partir do momento que a gente fez isso, para outros projetos esse software, mesmo que não era usado antes, ele passou a ser uma ideia surgida que pode, em alguns outros projetos, em alguns outros processos de fabricação ser utilizado.”³⁶

Os impactos positivos para capital humano também foram ressaltados pelos entrevistados das empresas cessionárias. Segundo seus relatos, os profissionais envolvidos com os desafios enfrentados no desenvolvimento do A-Darter tiveram a oportunidade de tomar conhecimento e capacitar-se com novas tecnologias complexas. Esse aprendizado, segundo Marco Aurélio Almeida,

“faz com que os especialistas engenheiros que assimilam essa tecnologia, subam um degrau a mais na sua capacidade técnica e em sua capacidade de desenvolvimento tecnológico, aumentando assim seu conhecimento que pode ser aplicado em outros segmentos de negócios da empresa.”³⁷

Na Opto, foi percebido o mesmo impacto nos seus profissionais:

(...) as pessoas envolvidas vão se tornar muito especialistas na área, de novo, não só por ser um processo de transferência de tecnologia, mas pela complexidade do projeto, as pessoas que trabalharam nele, passam a dominar, bastante, as tecnologias do projeto, como também começam a crescer profissionalmente. Como se abrisse a visão do técnico e estimular a buscar novos caminhos, isso com certeza.³⁸

³⁶ Trecho da entrevista com o Sr. Henrique Pazelli, Gerente de Projeto, Opto Space & Defense.

³⁷ Trecho da entrevista com o Sr. Marco Aurélio Almeida, engenheiro executivo de vendas da AVIBRAS.

³⁸ Trecho da entrevista com o Sr. Henrique Pazelli, Gerente de Projeto, Opto Space & Defense.

5.5 5ª Dimensão – Ambiente da Demanda

Nessa dimensão foram associados para a análise, os critérios de custo da tecnologia e fator de risco, com foco na demanda do objeto transferido para o cessionário e mercado consumidor (BOZEMAN, 2000).

Na justificativa para a contratação, o Comando da Aeronáutica já deixava evidente a demanda pela tecnologia de mísseis de 5ª geração, quando classificou em sua avaliação de riscos a participação no projeto como uma excelente oportunidade para a Força Aérea Brasileira e para a Indústria de Defesa Nacional. O documento fundamenta essa avaliação destacando que o Projeto A-Darter, além de representar vantagens operacionais em relação aos mísseis em operação na FAB, também poderia capacitar a indústria nacional na produção e na futura comercialização de mísseis de última geração (FRANCHITTO; REBOUÇAS, 2009).

Segundo informações dos entrevistados, corroboradas por dados disponíveis sobre os orçamentos de projetos semelhantes, os custos envolvidos no projeto, embora significativos, considerando a realidade econômica dos dois países e as empresas envolvidas, são considerados compatíveis e bem inferiores, quando comparados com os orçamentos de projetos envolvendo desenvolvimento de mísseis de tecnologia similar.

Conforme relatos de oficiais entrevistados da FAB, considerando a oportunidade da divisão de custos pelos dois países, o valor despendido pelo Brasil para obtenção de capacitação da sua indústria de defesa em tecnologias complexas de fabricação de mísseis ar-ar de quinta geração foi relativamente baixo, segundo os valores disponíveis no mercado.

Pode-se creditar o sucesso do desenvolvimento a baixo custo à similaridade de realidade econômica dos dois países, já familiarizados com os desafios de desenvolver grandes projetos com poucos recursos, apostando em soluções criativas como utilização dos sistemas de simulação para comprovação de parâmetros dos sistemas, reduzindo a necessidade de utilização de um maior número de mísseis reais.

Quanto à avaliação dos riscos identificados e assumidos, o estudo de viabilidade apontou riscos elevados para o engajamento do Brasil nesse projeto. Confirmando as lições da revisão literária de Ramanathan (2008), dentre os principais riscos levantados destacavam-se a condição de instabilidade política e

econômica do país cedente da tecnologia e a insegurança devido ao fato da tecnologia não estar desenvolvida, com a possibilidade de não alcançar todos os requisitos propostos para o projeto.

Especialmente no A-Darter, determinadas áreas de tecnologia não estavam maduras ou avançadas o suficiente, aumentando os riscos e causando impactos no cronograma, como o exemplo dos problemas enfrentados com o sistema de detecção (seeker), responsável por diversos atrasos no cronograma de desenvolvimento.

Somam-se ainda a todos os riscos do país estrangeiro, como dificuldades com o idioma e cultura locais, os problemas internos de garantia de recursos necessários para suportar todo o projeto, aliados as incertezas sobre a capacidade da indústria brasileira de participar de um projeto de alta complexidade e longa duração.

Ao final desta pesquisa, considerando as informações obtidas nas entrevistas e pesquisa documental, corroborados pelas declarações das autoridades de ambos os países envolvidos no desenvolvimento do A-Darter, durante o evento que marcou o encerramento do projeto³⁹, os resultados alcançados demonstraram ter sido acertada a decisão do COMAER de assumir o nível elevado de riscos vislumbrados no estudo de viabilidade que precedeu a assinatura dos contratos.

5.6 Sugestões e Observações dos Entrevistados

Durante as entrevistas e conversas informais com os envolvidos no projeto procurou-se estimular os participantes a se manifestassem sobre os aspectos que considerassem relevantes, constatados na experiência da sua participação no Projeto A-Darter, que poderiam contribuir para obtenção de melhores resultados e/ou evitar a repetição de supostos equívocos em projetos futuros de mesma natureza.

Como ponto forte, todos os entrevistados destacaram a importância da participação ativa dos agentes receptores da TT no desenvolvimento dos sistemas do míssil, como forma mais eficiente de assimilação e domínio da tecnologia

³⁹ Evento realizado em Brasília que marcou o encerramento do ciclo de desenvolvimento do projeto A-Darter, Informações obtidas no site da COPAC > <http://www.copac.intraer/index.php/ultimas-noticias/353-sistema-atende-aos-requisitos-tecnicos-operacionais-logisticos-industriais-e-de-seguranca>.

recebida. A possibilidade de participação na solução de problemas enfrentados no desenvolvimento de alguns sistemas foi apontada como forma de aumento do domínio sobre a tecnologia recebida.

Os entrevistados alertaram que, na fase inicial da seleção das tecnologias a serem empregadas, deve-se dedicar maior atenção ao nível de conhecimento e desenvolvimento dessa tecnologia, para uma avaliação mais efetiva dos riscos a serem assumidos com a sua aplicação. As tecnologias que não estavam maduras ou desenvolvidas o suficiente para aplicação nos sistemas do míssil foram responsáveis por atrasos devido à necessidade de replanejamento e inclusão de novas etapas para solução de problemas no desenvolvimento. Como já mencionado anteriormente, foram necessários seis aditivos ao contrato para adaptá-lo à essas novas circunstâncias.

O Projeto A-Darter sofreu com atrasos no seu cronograma devido às dificuldades encontradas com o desenvolvimento do sistema de detecção (Seeker), tecnologia que não estava suficientemente madura, segundo relato dos técnicos Sul africanos:

“Especialmente no A-Darter determinadas áreas de tecnologia não estavam maduras ou avançadas o suficiente o que aumentou os riscos e causou impactos no cronograma, como o seeker. Não é razoável, independente de decisões políticas, iniciar uma cooperação, devemos identificar os riscos de uma tecnologia que não atingiu o nível necessários de conhecimento”.⁴⁰

Outro ponto importante para o sucesso do processo de TT é que no planejamento inicial todo o ciclo de vida da tecnologia seja prevista contratualmente, incluindo a possibilidade de exploração comercial, seja com a participação das empresas e divisão de tarefas no processo de produção para comercialização do produto ou, até mesmo, a sua produção individual.

No Projeto A-Darter não houve essa previsão contratual e as empresas não conseguiram negociar uma proposta de divisão de tarefas para uma possível produção compartilhada de alguns itens ou sistemas do míssil. Segundo os representantes das empresas brasileiras, essa definição no início reduziria os riscos e custos, permitindo um planejamento para busca de novos parceiros, o que tornaria viável a produção em escala comercial do A-Darter.

⁴⁰ Lt Col Denais.G. du Toi. Systems Engineer Project ASSEGAAI (DAFA).

As empresas brasileiras destacaram a importância de, ao se estabelecer parcerias para transferência de tecnologias, com as características e complexidade do A-Darter, o ciclo de vida completo do projeto, incluindo a sua produção e comercialização do produto, estar contemplado no planejamento inicial.

Pazelli, em sua entrevista, alerta para o fato de que embora o investimento para dar acesso à novas tecnologias às empresas nacionais seja altamente positivo, pois o aprendizado as capacita a atuarem em outras áreas e em projetos futuros, os ganhos só serão multiplicados, se o processo for desenvolvido até o final do ciclo de produção do produto. Ou seja, ainda que na transferência de tecnologia a empresa seja capaz de desenvolver e, eventualmente, melhorar esses conhecimentos, é fundamental que ela tenha a possibilidade de fabricar os itens correspondentes, visando a obtenção de ganhos diretos com a TT.⁴¹

As empresas entrevistadas asseguraram que com a possibilidade de manutenção do nível de investimento ao longo de todo o ciclo, as empresas poderiam, ao final do projeto, comprovar o domínio pleno da tecnologia, com o seu emprego na produção de novos armamentos ou produtos derivados para o país.

Do contrário, afirmam esses empresários, os ganhos decorrentes do recebimento da tecnologia serão apenas indiretos, com a aplicação em outros projetos da empresa.

Como última recomendação, os entrevistados alertaram para a necessidade do planejamento inicial de um projeto, de longa duração e alta complexidade como o A-Darter, considerar a permanência dos membros da equipe técnica até o final do projeto. Esse planejamento prevê, como alternativa, a realocação desse pessoal para outros projetos com tecnologias correlatas, evitando a perda do conhecimento e experiência individual adquiridas.

Essa preocupação deriva da experiência negativa do retorno ao Brasil de alguns membros da equipe técnica do A-Darter, com participação ativa no desenvolvimento de sistemas críticos do míssil, terem sido deslocados para outros projetos ou cooptados por empresas estrangeiras, levando consigo parte da experiência adquirida.

⁴¹ Entrevista com o Sr. Henrique Pazelli, Gerente de Projeto, Opto Space & Defense.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se buscar a resposta ao objetivo desta pesquisa, passando pelos seus quatro objetivos específicos, é fundamental que sejam considerados o contexto histórico e as circunstâncias políticas e econômicas que determinaram as decisões e condições estabelecidas pelos dois países, para o desenvolvimento do projeto A-Darter, sob pena de se chegar a conclusões equivocadas.

Conforme discorrido no capítulo 4, o Brasil e a África do Sul possuem muitas semelhanças em relação aos desafios para o seu desenvolvimento. Além de uma história política recente conturbada, ambos os países sofrem com dificuldades econômicas para investimentos em produtos de defesa, em face da carência de atendimento às necessidades básicas da sua população nas áreas de saúde, educação, habitação e segurança.

Nesse contexto, deve-se buscar entender o desafio de desenvolver um produto de tecnologia complexa, de acesso restrito e extremamente estratégica para a projeção dos países no cenário das potências mundiais.

A parceria se deu no momento em que os países iniciaram um processo de aproximação no qual a África do Sul não possuía todos os recursos necessários para continuar com o seu projeto de um míssil de 5ª geração, equipamento fundamental para a manutenção da sua influência militar no cenário instável do continente africano. Nesse período, o Brasil sentia a necessidade de avançar com o seu programa de desenvolvimento tecnológico da sua indústria de defesa e buscava parceiros que lhe possibilitassem acesso a novas tecnologias.

O estudo de viabilidade apontou riscos elevados para o engajamento do Brasil nesse projeto, em face da instabilidade política e econômica do país cedente da tecnologia, aliado ao fato da tecnologia ainda não estar totalmente desenvolvida, gerando incertezas quanto à possibilidade de alcance de todos os requisitos propostos para o míssil.

Somam-se a todos os riscos decorrentes do país estrangeiro as dificuldades econômicas do Brasil, frente à necessidade da garantia de recursos suficientes para o suporte financeiro regular de todo o projeto, aliados às incertezas sobre a capacidade de engajamento da indústria brasileira em um projeto de alta complexidade e longa duração.

Outro fator importante a ser considerado é entendimento correto do objeto inicial do contrato, celebrado entre o Brasil e a África do Sul, que inicialmente, tratava-se do desenvolvimento conjunto de um míssil, com a transferência da tecnologia decorrente. Importante destacar que o propósito inicial do projeto era o recebimento e domínio, pela indústria brasileira, da tecnologia de construção de mísseis de 5ª geração. Tecnologia que é de difícil acesso, sofre muitas restrições e poderia propiciar a oportunidade de um salto tecnológico para a indústria de defesa nacional, que naquele momento encontrava-se num estágio inferior de desenvolvimento tecnológico, em relação aos mísseis balísticos das empresas sul-africanas.

Vale ressaltar, também, que num projeto de desenvolvimento os riscos assumidos são extremamente elevados e a possibilidade de não se chegar ao final do produto desejado é plenamente aceitável, conforme consta na introdução do contrato inicial do Projeto A-Darter. Se ao final do projeto não se tivesse alcançado todos os requisitos previstos, o resultado positivo seria o legado do nível de tecnologia alcançado até a sua conclusão.

Assim como o Brasil aproveitou a oportunidade de participar do projeto na fase em que se encontrava, assumindo o risco de ter pulado algumas etapas de planejamento inicial e preparação pré-projeto, o sucesso do desenvolvimento durante a execução do projeto apresentou novas oportunidades para o Brasil avançar na absorção de tecnologias e processos da fase de industrialização do míssil.

Com o avanço do projeto e superação de desafios no desenvolvimento, novas possibilidades de avanços tecnológicos foram se apresentando, determinando a necessidade de alterações contratuais. No total, o contrato foi aditivado seis vezes para adequação aos desafios surgidos durante o desenvolvimento e possibilitar a participação do Brasil nas fases pós-desenvolvimento, de certificação e preparação para a industrialização.

Feita essa contextualização, busca-se responder aos objetivos estabelecidos, utilizando como referência as lições da revisão literária dos modelos de TT do capítulo 2, os dados coletados no Processo de Gestão e, principalmente, os relatos das conversas e entrevistas semiestruturadas, realizadas com os técnicos e representantes de todos os agentes do processo de TT (empresas e governos do

país cedente e do país receptor da tecnologia) que atuaram no projeto, durante todas as suas fases.

Ao longo do trabalho foi possível identificar a estrutura de TT planejada para o A-Darter, composta por duas equipes espelho, uma atuando diretamente no país de origem da tecnologia, com a possibilidade de participação direta no desenvolvimento dessa tecnologia e outra no país receptor, reproduzindo os sistemas já desenvolvidos.

Essa estrutura é convergente com os modelos propostos por Schlie, Radnor e Wad, bem como o Modelo de Eficácia Contingente de Transferência de Tecnologia de Bozeman (2000), devido à ênfase dada ao ambiente individual do cedente e do cessionário, bem como do ambiente maior que os envolve. Uma peculiaridade dessa estrutura é permitir um fluxo de transferência de tecnologia nos dois sentidos, segundo a classificação de Bennet (2002), tanto no sentido vertical com a equipe que participou do desenvolvimento na África do Sul, como no horizontal com a equipe reproduzindo os sistemas no Brasil.

Segundo os comentários extraídos das entrevistas, esse modelo peculiar apresentou a vantagem de possibilitar a maior assimilação e o domínio da tecnologia transferida, devido à participação ativa dos engenheiros brasileiros no desenvolvimento. Em contrapartida, percebeu-se que a reprodução dos sistemas no Brasil não se mostrou totalmente efetiva como forma de comprovar a TT e assimilação do domínio pleno da tecnologia referente aos sistemas reproduzidos. Nesse ponto tanto o cedente quanto os cessionários foram unânimes sobre a efetividade e segurança sobre a TT do primeiro modelo.

A escolha do Modelo de Eficácia Contingente de Transferência de Tecnologia de Bozeman (2000) como roteiro para a pesquisa mostrou-se adequada, considerando as características peculiares do Projeto A-Darter, já citadas na introdução deste capítulo. A vantagem desse modelo se deve ao fato de possibilitar o estudo dos critérios de eficácia de forma mais ampla, abordando as suas cinco dimensões e enfocando a visão de todos os agentes atuantes do processo de TT.

No ambiente do agente da transferência, a pesquisa identificou resultados positivos nos critérios de impactos políticos; custos de oportunidade; capital científico, tecnológico e humano. Os representantes da empresa Denel e do governo da África do Sul consideraram que a tecnologia foi transferida com sucesso, atingindo todo os requisitos do desenvolvimento previstos contratualmente.

Esse entendimento é compartilhado pelos agentes receptores da transferência, ainda que apresentem algumas ressalvas sobre a limitação do método de comprovação da TT adotado. Ambos os agentes apontam a simples reprodução de alguns sistemas do míssil no Brasil como dispendiosa e pouco produtiva, uma vez que consideram que o ganho maior de assimilação de conhecimento foi com a participação dos técnicos brasileiros atuando em conjunto com os técnicos da Denel no desenvolvimento do A-Darter na África do Sul. Dessa forma, consideram que a comprovação também deveria estar associada ao desenvolvimento de sistemas no Brasil, com o acompanhamento da empresa responsável pela transferência da tecnologia, ainda que os riscos fossem elevados.

Na dimensão do meio de transferência ficou constatado que foi muito positiva a divisão das equipes em dois times, um atuando diretamente na empresa desenvolvedora e outro nas empresas brasileiras. A ressalva apontada por técnicos de ambos os países ficou por conta da divisão de atuação das equipes em que uma atuou diretamente no desenvolvimento e outra apenas na reprodução de alguns sistemas no Brasil. Segundo foi apurado nas entrevistas e conversas o ganho maior de assimilação de tecnologia e elevação de nível profissional ficou por conta dos técnicos que atuaram no desenvolvimento dos sistemas, participando da superação de todos os obstáculos enfrentados até o final do projeto.

Na análise da dimensão do objeto da transferência, segundo os critérios de conhecimento científico, tecnologia física, artefato tecnológico, processo, know-how, o A-Darter apresentou resultados positivos em todos os quesitos proporcionando a elevação do nível de desenvolvimento tecnológico das empresas nacionais envolvidas. A participação no projeto permitiu o contato com novos processos e técnicas que poderão ser aplicados em novos produtos produzidos pela indústria nacional. As entrevistas com os representantes das empresas brasileiras comprovaram a compatibilidade e adequabilidade do Projeto A-Darter às expectativas dos recebedores da tecnologia.

Dentro da dimensão do recebedor da transferência, as informações coletadas dos representantes das empresas brasileiras participantes do projeto demonstraram que, se considerados somente em relação aos sistemas selecionados para reprodução no Brasil, os critérios de efetividade foram atingidos, ainda que de forma indireta, como nos critérios de impacto no mercado e desenvolvimento econômico, que ficaram prejudicados devido a não industrialização do míssil no Brasil. Ainda

assim, houve impactos positivos na aplicação da tecnologia em outros processos das empresas. Em relação aos outros critérios “*out-the-door*”; impactos políticos; custos de oportunidade; capital científico, tecnológico e humano e capacidade evolutiva da tecnologia, os resultados positivos alcançados e exemplos apontados nas entrevistas demonstraram a efetividade da transferência para empresas e os ganhos obtidos nas diversas áreas pesquisadas.

No último ambiente do modelo de Bozemam (2000), o ambiente da demanda, foram pesquisados os critérios de custo da Tecnologia e fator de Risco onde os resultados coletados demonstraram que, embora os riscos assumidos pelo Brasil tenham sido muito elevados, os resultados alcançados comprovaram o acerto da decisão de não deixar passar a oportunidade de participar de um projeto tão audacioso como o A-Darter, a um custo financeiro relativamente baixo, quando comparado a projetos similares desenvolvidos em outros países.

Numa visão geral, é possível concluir que na visão dos agentes participantes o projeto foi bem-sucedido em seus objetivos, além de ter proporcionado uma excelente oportunidade de acesso a novas tecnologias que poderão ser incorporadas em novos processos e novos produtos. Os conhecimentos adquiridos foram transbordados para outros processos e permitirão o desenvolvimento de novos produtos de defesa.

Ainda que tenham ocorridos percalços no desenvolvimento, responsáveis pela extensão do prazo previsto para sua conclusão, a pesquisa demonstrou que todos os requisitos técnicos de performance foram atingidos, resultando num míssil com uma performance operacional no mesmo padrão dos melhores da sua categoria, disponíveis no mercado.

Como já foi destacado em capítulos anteriores, são poucos os países capazes de desenvolver sistemas complexos de defesa como um míssil de 5ª Geração. A pesquisa constatou que a parceria Brasil-África do Sul no desenvolvimento do A-Darter demonstrou ser uma oportunidade de crescimento científico e tecnológico para as empresas brasileiras participantes. A tecnologia transferida no projeto pode contribuir para consolidar uma autonomia tecnológica no campo do desenvolvimento de sistemas de defesa complexos. A estrutura para a TT adotada mostrou-se adequada e obteve bons resultados, podendo servir de modelo, observando-se necessários ajustes, para projetos futuros dessa mesma magnitude.

REFERÊNCIAS

A-DARTER atinge importante marca. Notícias. **Revista Força Aérea**, ano 14, n. 57, p.25, abr./maio 2009.

AGUILAR, S. L. C. Atlântico Sul: As Relações do Brasil com os Países Africanos no Campo da Segurança e Defesa. Austral. **Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 49-71, 2013.

ANDRADE, H. *et al.* Transferência de Tecnologia: uma discussão sobre os Fatores Críticos de Sucesso para os transmissores e para os receptores da tecnologia. **Revista Espacios**, n. 39, 2018. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n09/18390901.html>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BACH, L.; COHENDET, P.; SCHENK, E. Technology transfer from European space programs: a dynamic view and comparison with other R&D projects. **Journal of Technology Transfer**, v. 27, p. 321-338, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8684298_Technological_Transfers_from_the_European_Space_Programs_A_Dynamic_View_and_Comparison_with_Other_RD_Projects. Acesso em: 15 out. 2018.

BARRETO, A. A. **Informação e Transferência de Tecnologia**: mecanismos de absorção de novas tecnologias. Brasília: IBICT, 1992.

BENNETT, D. **Innovative Technology Transfer Framework Linked to Trade for UNIDO Action**. UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Viena, 2002. Disponível em: <https://open.unido.org/api/documents/4692439/download/UNIDO-Publication-2002-4692439>. Acesso em: 10 dez. 2018.

BONACCORSI, A.; PICCALUGA, A. "A Theoretical framework for the evaluation of university-industry relationships". **R&D Management**, v. 3, n. 24, p. 229-247, jul. 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1994.tb00876.x>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy**, v. 29, Issues 4–5, p. 627-655, apr. 2000, Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1). Acesso em: 18 dez. 2018.

BOZEMAN, B.; RIMES, H.; YOUTIE, J. "The evolving state-of-the-art in technology transfer research: revisiting the contingent effectiveness model. 1. ed. Research Policy, v. 44, p. 34-49, fev., 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733314001127>. Acesso em: 12 set. 2019.

BRAGA JUNIOR, E.; PIO, M.; ANTUNES, A. O Processo de Transferência de Tecnologia na Indústria têxtil. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 4, n. 1, p. 125-133, maio 2009. Disponível em:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242009000100011&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 08 fev. 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Plano Estratégico Militar da Aeronáutica** para o período de 2018 a 2027 PCA 11-47, Brasília, 2018, p. 33.

BRASIL. Força Aérea Brasileira (FAB). Comando Geral do Ar. **Revista Spectrum**, Brasília, n. 10, Setembro 2010.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016a. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação; altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 jan. 2016. Seção 1, p. 1.

BRASIL. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF, 2016b. Versão sob apreciação do Congresso Nacional. Lei Complementar n. 97/1999, art. 9º, § 3º. Disponível em: http://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/livro_branco_de_defesa_nacional_minuta.pdf. Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência e, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **COCBS - Implementação e Acompanhamento da Área de Mísseis (IACM)**. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/bens_sensíveis/COCBS_IACM/COCBS_Implementacao_e_Acompanhamento_da_area_de_Misséis.html. Acesso em: 23 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Apêndice V do contrato 001/DCTA-SDDP/2006**, que trata da transferência de tecnologia do Projeto A-Darter, 2006.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). **Guia básico de transferência de tecnologia**. Brasília: INPI, 2011. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/transferencia>. Acesso em: 23 out. 2018.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **África do Sul**. [2010]. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/temas/temas-politicos-e-relacoes-bilaterais/africa/africa-do-sul/pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. Centro de Documentação (CDO/MRE). **Relatório da visita do Ministro da Defesa à África do Sul/Missão Empresarial, nº 00253**, caráter ostensivo, Pretória, 2003.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. 2010. **Balanço da política externa, 2003 - 2010: relações com a África**. Disponível em: www.i3gov.planejamento.gov.br/textos/livro6/6.1_Politica_Externa.pdf. Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/arquivos/2012/mes07/pnd.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Desafios do Programa Espacial Brasileiro** / Secretaria de Assuntos Estratégicos. – Brasília : SAE, 2011. 276p. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/606/1/Desafios%20do%20Programa%20Espacial%20Brasileiro.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CAMERON, E. H. **Samuel Slater: Father of American Manufacturer**. Portland, MA: The Bond Wheelright Company, 1960.

CHEHREHPAK, M.; ALIREZAEI, A.; FARMANI, M. Selecting of optimal methods for the technology transfer by using Analytic Hierarchy Process (AHP). **Indian Journal of Science and Technology**, v. 5, n. 4, 2012. Disponível em: <http://52.172.159.94/index.php/indjst/article/view/30422>. Acesso em: 21 ago. 2019.

CHOI, H. J. Technology Transfer Issues and a New Technology Transfer Model. **Journal of Technology Studies**, v. 35, n.1, p. 49-57, 2009. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/108742>. Acesso em: 30 jan. 2019.

Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Mobilização Empresarial pela Inovação: cartilha: gestão da inovação** / José Fernando Mattos, Hiparcio Rafael Stoffel, Rodrigo de Araújo Teixeira. – Brasília, 2010. 47 p.:Disponível em: http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/8/cartilha_gestao_inovacao_cni.pdf

CYSNE, M. R. F. P. Transferência de tecnologia entre a universidade e a indústria. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, v. 10, n. 20, p. 54-74, jan. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-924.2005v10n20p54/315>. Acesso em: 29 maio 2019.

DANIGNO, R. Em que a Economia de Defesa pode ajudar nas decisões sobre a revitalização da Indústria de Defesa brasileira? **Revista de economia heterodoxa**. Rio de Janeiro, n. 9, ano 7, 2008.

DENEL DYNAMICS. A-DARTER: fifth-generation Air-to-air Missile System. Gauteng: Denel Dynamics, 2014. Disponível em: <http://admin.denel.co.za/uploads/A-Darter.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

DE VORE, P. W. Technology and science:essential topics for technology educators. Yearbook Planning Committee 58th Yearbook, Editors: CTTE - Council on Technology Teacher Education. In: ISRAEL, E. N.; WRIGHT R. T. (Ed.). **Conducting technical research**. Mission Hills, CA: Glencoe, 2009.

DI GUARDO, M. C.; HARRIGAN, K. R. "Mapping Research on Strategic Alliances and Innovation: A Co-citation Analysis." **The Journal of Technology Transfer**, v. 37, n. 6, p. 789-811, dec. 2012. Disponível em: <https://ideas.repec.org/cgi-bin/htsearch?ul=kap%2Fjtech&q=Mapping+research+on+strategic+alliances+and+innovation%3A+a+co-citation+analysis>. Acesso em: 13 nov. 2018.

DEEN, T. África do Sul continua sendo a maior fábrica de armas do Sul. **Inter Press Service (IPS)**: Agência de Notícias, 13 dez. 2013, ONU, Disponível em: <http://www.ipsnoticias.net/portuguese/2013/12/ultimas-noticias/africa-do-sul-continua-sendo-a-maior-fabrica-de-armas-do-sul/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

DEFENSE INDUSTRY DAILY. **South Africa, Brazil's A-Darter SRAAM Hits Target**. Oct 04, 2019 04:54 UTC by Defense Industry Daily staff. Disponível em: <https://www.defenseindustrydaily.com/south-africa-brazil-to-develop-adarter-sraam-03286/>. Acesso em: 16 mar. 2020.

DEVINE, M. D.; JAMES, T. E.; ADAMS, T. I. Government supported industry-university research centers: issues for successful technology transfer. **The Journal of Technology Transfer**, v. 12, n. 1, p. 27-37, 1987. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Government-supported-industry-university-research-Devine-James/f5f15b68bf0a3c04c27e94c2726b0d139a680a98>. Acesso em: 25 abr. 2019.

EMERICK, M. C. **TT**: desafios para os NITs e ICTs. Debate FINEP – “Estratégias de Comercialização de Tecnologia pelos NITs: A experiência da Inova Unicamp”. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: download.finep.gov.br/dcom/debate_celeste_ago2011.ppt. Acesso em: 18 abr. 2019.

FLEMES, D. O Brasil na iniciativa BRIC: *soft balancing* numa ordem global em mudança? **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 141-156, jul. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292010000100008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 jun. 2019.

FRANCHITTO, M.; REBOUÇAS, C. A. **Relatório sobre Tecnologias do Programa A-Darter**. Pretória: [s. n.], 2009. 14 p. (Relatório Técnico n.º 01/GAC-AFS/2009).

GIBSON, D. V.; SMILOR, W. K. Variables in Technology Transfer: a field study based on empirical analysis. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 8, n.3-4, p. 287-312, 1991.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S. A, 2008.

GOLDONI, L. R. F.; CIRIBELLI, S. N. Relações do Brasil com África do Sul e Angola: esforços para a manutenção da Segurança no Atlântico Sul. Austral: **Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, v.5, n.9, jan./jun. 2016.

Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/austral/article/viewFile/63851/39018>. Acesso em: 25 out. 2018.

HAMERI, A. P. **Technology transfer between basic research and industry**. Technovation, v.16, n. 2, p. 51-57, 1996.

HAMID, J. **Technology transfer in developing countries: a quantitative approach**. TIME Research Institute, p.19–281, 2009.

HARRIS, D.; HARRIS, F. J. **Evaluating the transfer of technology between application domains: a critical evaluation of the human component in the system**. Technology in Society, v. 26, n. 4, p. 551-565, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160791X04000557>. Acesso em: 5 mar. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Guia básico de transferência de tecnologia**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/transferencia>. Acesso em: 23 out. 2018.

IRWIN, H.; MORE, E. Technology transfer and communication: lessons from Silicon Valley, Route 128, Carolina's Research Triangle and hi-tech Texas. **Journal of Information Science**, v. 17, n. 5, p. 273-280, 1991. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/016555159101700503>. Acesso em: 24 jun. 2018.

JAFARIEH, H. *et al.* **Technology transfer to developing countries: a quantitative approach**. Tese (Doutorado) – University of Salford, UK, 2001. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/2101/>. Acesso em: 14 set. 2018.

JAGODA, K. **A Stage-gate model for planning and implementing international technology transfer**. Tese (Doutorado Gestão de Operações). University of Western Sydney, Australia, 2007.

JAGODA, K.; MAHESHWARI, B.; LONSETH, R. Key issues in managing technology transfer projects: experiences from a Canadian SME. **Management Decision**, n. 48, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228369799>. Acesso em: 08 nov. 2019.

JAYME, J. **Míssil A-Darter conclui testes na África do Sul**. Agência Força Aérea, Publicado: 28 set. 2018. Disponível em: <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/32836/PODER%20AEROESPACIAL%20-%20M%C3%ADssil%20A-Darter%20conclui%20testes%20na%20%C3%81frica%20do%20Sul>. Acesso em: 20 out. 2019.

KANG, N.H.; SAKAI, K. **International Strategic Alliances: their role in industrial globalization**. Directorate for Science, Technology and Industry, OECD Science, Technology and Industry Working Papers. OCDE, 2000. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/613723204010.pdf?expires=1590419576&id=id&accname=gue>

st&checksum=C0ABAF1C36E9743F992C3A2CCE24A6. Acesso em: 15 ago. 2018.

KUNDU, N.; BHAR, C.; PANDURANGAN, V. Development of Framework for an Integrated Model for Technology Transfer. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 35, dezembro, 2015. Disponível em: <https://indjst.org/archives?volume=8&issue=35#archives>. Acesso em: 23 jun. 2018.

LEE, J.; KIM, B.; CHOI, Y.J. Study for main factors of technology commercialization by its current process analysis. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, S1, 2015. Disponível em: <https://indjst.org/archives?volume=8&issue=all#archives>. Acesso em: 24 nov. 2018.

LIMA, Maria Regina Soares de. A política externa brasileira e os desafios da cooperação Sul-Sul. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 48. n. 1, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-73292005000100002&script=sci_arttext. Acesso em: 10 jul. 2019.

LONGO, W. P. **Conceitos básicos sobre ciência, tecnologia e inovação** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.waldimir.longo.nom.br/artigos/T6.doc>. Acesso em: 2 out. 2018.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 277-304, jul./dez. 2013.

LUCATO, W. C. *et al.* Gerenciamento da transferência internacional de tecnologia: estudo de caso na indústria têxtil brasileira. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 213-228, mar. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010430X2015000100213&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 9 maio 2019.

LUZ, A. A. **Mecanismos de Transferência de Tecnologia no Processo de Formação de Spin-Offs**. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

MARIA, E. Evento marca encerramento do ciclo de desenvolvimento do projeto A-Darter. **Agência Força Aérea**. Publicado: 27set. 2019. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/34702/TECNOLOGIA%20-%20Evento%20marca%20encerramento%20do%20ciclo%20de%20desenvolvimento%20do%20projeto%20A-Darter>. Acesso em: 30 nov. 2019.

MALIK, K. Ainding the technology manager: A conceptual model for intra-firm technology transfer. **Technovation, Elsevier Science**, v. 22, n. 7, p. 427-436, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00030-X). Acesso em: 15 nov. 2018.

MANSFIELD, E. East-west technological transfer issues and problems, international technology transfer: forms, resource requirements, and policies. **American**

Economic Review, v. 65, n. 2, p. 372-376, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1818878?seq=1>. Acesso em: 18 ago. 2018.

MATTOS, F. P. Relações Brasil-África do Sul: cooperação Sul-Sul e Multilateralismo. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA POLÍTICA: Estado e Democracia em Mudança no Século XXI, 1., 2015, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

MATTOS, José Fernando; STOFFEL, Hiparcio Rafael; TEIXEIRA, Rodrigo de Araújo. **Mobilização Empresarial pela Inovação**: cartilha: gestão da inovação. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2010. 47 p. Disponível em: http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/8/cartilha_gestao_inovacao_cni.pdf. . Acesso em: 8 dez. 2019.

MÍSSIL A-Darter será lançado de um Gripen em dois meses. **DefesaNet**, 05 maio 2010. Disponível em: www.defesanet.com.br/01_lz/fx2/01_a-darter.htm. Acesso em: 4 ago. 2018.

MITTLEMAN, J.H. and PASHA, M.K., 1997. **Out from Underdevelopment Revisited: Changing Global Structures and the Remarking of the Third World**. St. Martin's Press, New York.

MODERNIZAÇÃO FAB - A Saga do Míssil Sidewinder. **DefesaNet**, [2018?] Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/fab/noticia/18081/A-Saga-do-Missil-Sidewinder/>. Acesso em: 20 set. 2019.

ODEBRECHT compra controle da Mectron. **DefesaNet**, [2011?]. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/177/Odebrecht-compra-controle-da-Mectron/>. Acesso em: 10 out. 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Paris: OCDE, 2005. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf. Acesso em: 15 nov. 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati**: Proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental. Portugal, Coimbra: F-Iniciativas, 2007. Disponível em: <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/mod6.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

OLIVIER, D. **A-Darter program reaches maturity**. African Defense Review, 9 nov. 2018. Disponível em: <https://www.africandefence.net/a-darter-programme-reaches-maturity/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

O INFERNO no Atlântico Sul: os 25 anos da Guerra Aérea das Falklands/Malvinas. **Revista Força Aérea**, n. 47, Ano 12, jun./jul./ago. 2007, Action Editora, p. 46-73.

PAULA, V. M. G. **Míssil MAA-1 Piranha**. UFJF, 2009. Disponível em: <https://document.onl/documents/missil-maa-1-piranha-ufjf-2009-11-05-missil-maa-1-piranha-victor-magno.html>. Acesso em: 20 nov. 2019.

PHILIPS, R. G. **Technology business incubators: how effective as technology transfer mechanisms**. *Technology in Society*, v. 24, p. 299-316, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160791X02000106>. Acesso em: 25 ago. 2019.

PORTUGAL, H. H. A.; RIBEIRO, M. F. O contrato internacional de transferência de tecnologia no âmbito da OMC. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 380, 22 jul. 2004. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/5469>. Acesso em: 23 nov. 2018.

RAMANATHAN, K. **An overview of technology transfer and technology transfer models**. International Conference on “South – South Cooperation for Technology Transfer and Development of Small and Medium Enterprises (SMEs)”, 2008. Disponível em: http://tto.boun.edu.tr/files/1383812118_An%20overview%20of%20TT%20and%20TT%20Models.pdf . Acesso em: 20 out. 2018.

RAMANATHAN, K. **The role of technology transfer services in technology capacity building and enhancing the competitiveness of SMEs**. Mongolia National Workshop on “Subnational Innovation systems and Technology Capacity-building Policies to Enhance Competitiveness of SMEs.” UN- ESCAP and ITMRC (Mongolia), 2007. Disponível em: http://tto.boun.edu.tr/files/1383812118_An%20overview%20of%20TT%20and%20TT%20Models.pdf. Acesso em: 08 maio 2019.

RAMSEY, L. Technology Transfer. **Pax Technology Transfer Home Page**. Disponível em: <http://www.pax.co.uk/ttdefine>. Acesso em: 16 de maio 2019.

RAZ, B.; STEINBERG, G. M.; RUINA, A. **A quantitative model of technology transfer and technological "catch-up"**. Cambridge, Mass.: Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, 1982, 1982. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/82971/09237205.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 jul. 2018.

REZA, M; GHADIM, K; SOHRABI, B. Recognition and selection of optimal method for transferring technology in Tehran gas organization. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 4, n. 9, 2011. Disponível em: <http://52.172.159.94/index.php/indjst/article/view/30244/26179>. Acesso em: 23 set. 2019.

ROBINSON, R. D. **International technology communication in the context of corporate strategic decision-making**. The international communication of technology: a book of readings. London: Taylor & Francis, 1991.

ROGERS, E.; TAKEGAMI, S.; YIN, J. **Lessons learned about technology transfer**. Technovation, 2001. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.607.2718&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 9 ago. 2018.

ROMAN, D. D.; PUETT JUNIOR, J. E. **International Business and Technological Innovation**. 1. ed. New York: Elsevier Science Publishing Co., 1983.

SÁENZ, T. W.; CAPOTE, E.G. **Ciência, Inovação e gestão tecnológica**. CNI/IEL/SENAI e ABIPTI, Brasília, DF, 2002.

SANTOS, C.R. **O Programa Binacional A-Darter**. Chefe do Grupo de Acompanhamento e Controle do Projeto A-Darter na África do Sul – GAC AFS. Centurion – África do Sul. Apresentação de slides utilizada em palestra na sede do GAC AFS, por ocasião da visita do Ministro de Estado das Relações Exteriores do Brasil, Embaixador Mauro Vieira e sua Comitiva, realizada em 31 de março de 2015.

SANTOS, D. M. **Critérios de eficácia do modelo de Bozeman e a transferência e tecnologia a partir de conhecimento gerado em universidade pública**: estudo de casos múltiplos. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANTOS, M. E. R.; TOLEDO, P. T. M.; LOTUFO, R. A. **Transferência de Tecnologia**: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica. Campinas, SP: Komedi, 2009. Disponível em: https://www.inova.unicamp.br/sites/default/files/documents/Livro%20Transferencia%20de%20tecnologia_0.pdf. Acesso em: 16 out. 2018.

SANTOS, R. A. T.; FRANCHITTO, M; ESPOSITO, E. S. C. A-Darter: características e impacto operacional. **Revista Spectrum**, v.13, p. 34-39, 2010.

SARAIVA, J. F. S. The new Africa and Brazil in the Lula era: the rebirth of Brazilian Atlantic Policy. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 53, p. 169-182, Dec. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292010000300010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 jun. 2019.

SARAIVA, M. G. As estratégias de cooperação Sul-Sul nos marcos da política externa brasileira de 1993 a 2007. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 50, n. 2, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292007000200004. Acesso em: 10 nov. 2018.

SEGMAN, R. Communication technology: an historical view. **Journal of Technology Transfer**, v. 14, n. 3/4, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02371380>. Acesso em: 15 out. 2018.

SHARIF, M. N.; AKMA, H. A time-level model of technology transfer. **IEEE Transactions of Engineering Management**, v. EM-27, n. 2, 1980. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6447389>. Acesso em: 25 out. 2018.

SILVA, A. *et al.* **Cooperação Brasil-África do Sul na produção do míssil A-Darter e a efetivação da Estratégia Nacional de Defesa.** Ministério da Defesa, 2019.

Disponível em:

https://www.defesa.gov.br/arquivos/ensino_e_pesquisa/defesa_academia/cadn/artigos/xvi_cadn/cooperacao_brasil-africa_do_sul_na_producao_do_missil_a-darter_e_a_efetivacao_da_estrategia_nacional_de_defesa.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

SILVA, D. H. Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. Ed. **Revista Brasileira Política Internacional**, v. 50, n.1, 2007, 28 p.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpi/v50n1/a01v50n1>. Acesso em 14 dezembro 2018.

SILVA, P. F. **A Cooperação Internacional em Programas de produtos de defesa e seus atores: o caso Brasil e África do Sul no desenvolvimento do míssil A-Darter.** 2011. 234 p. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, 2011.

SILVA, P. F. **A política industrial de defesa no Brasil (1999-2014):**

intersectorialidade e dinâmica de seus principais atores. 2015. 445 p. Tese

(Doutorado) – Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2015.

SOUDER, W. E. **Managing New Product Innovation. The Academy of Management Executive** (1987-1989), v. 3, n.3, aug. 1989, p. 252-254, Published by: Academy fo Management. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4164907>. Acesso em: 9 nov. 2018.

SUMMER, J. **Revista Operações Militares - O ABC da guerra.** Fundamentos de doutrina para entender como a arte militar é aplicada. [S. l.], 7 jan. 2015. Blog: <http://operacoesmilitaresguia.blogspot.com/>. Disponível em: <http://operacoesmilitaresguia.blogspot.com/2015/01/misseis-ar-ar-aam.html>. Acesso em: 2 set. 2018.

SPIVERY, W. A. *et al.* Coordinating the technology transfer and transition of information technology: A phenomenological perspective. **IEEE Transactions on engineering management**, v. 44, n. 4, p. 359-366, 1997. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/649866>. Acesso em: 20 mar.2019.

TAKAHASHI, V. P.; SACOMANO, J. B. Proposta de um modelo conceitual para análise do sucesso de projetos de transferência de tecnologia: estudo em empresas farmacêuticas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 181-200, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2002000200006&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 15 set. 2018.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015, 633 p. Disponível em:

https://www.academia.edu/40626871/Tidd_Bessant_2015_Gesta_o_da_Inovac_a_o. Acesso em: 3 dez. 2019.

VARGAS, J. I. Mecanismos de Transferência de Tecnologia para Países do Terceiro Mundo. *In: Conferência proferida no IEA em 1997*. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em: [http:// www.iea.usp.br/artigos](http://www.iea.usp.br/artigos). Acesso em: 19 out. 2018.

VIOTTI, E. B. Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável brasileiro. *In: BURSZTYN, M. (org.). Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século*. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2001. p. 143-158. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/962/4/Ci%C3%94ncia%20e%20%20tecnologia%20para%20o%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2019.

WAHAB, S. A. *et al.* A review on the technology transfer models, knowledge-based and organizational learning models on technology transfer. **European Journal of Social Sciences**, v. 10, n. 4, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/journal/1450-2267_European_Journal_of_Social_Sciences. Acesso em: 25 jun. 2019.

ANEXO A – Relação de Entrevistados

Major Brigadeiro do Ar VALTER BORGES MALTA, Presidente atual da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate. Chefe do GAC AFS 2012/2014 e Gerente do Projeto A-Darter na COPAC.

Major Brigadeiro do Ar Paulo Roberto de Barros Chã, Presidente da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (2015/2017).

Major Brigadeiro do Ar Márcio Bruno Bonotto, Presidente da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (2017/2019) e gerente de contratos do Projeto A-Darter no GAC AFS.

Major Brigadeiro do Ar José Augusto Crepaldi Affonso, Presidente da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (2013/2015)

Brig Int Marcelo Brasil Carvalho da Fonseca, Chefe da Divisão de Finanças e Contratos da COPAC.

Coronel Engenheiro da Aeronáutica Anderson Mendes Moreira. Gerente Adjunto do Projeto A-Darter na COPAC e atualmente Chefe do GAC São José Iniciou no Projeto como gerente de contrato em 2006 na África do Sul e depois atuou como Gerente do Projeto na COPAC, no Brasil. . Entrevista realizada em 25 de setembro de 2019

Denais Du Toit, Systems Engineer Project ASSEGAI (DAFA), Tenente Coronel da Força Aérea Sul africana
Participa do projeto desde o seu início. . Entrevista realizada em 26 de setembro de 2019

Everton Guilhão de Paula. Gerente Técnico da Denel, São José dos Campos – SP
Entrevista realizada em 26 de setembro de 2019

Henrique Pazelli
Gerente Do Projeto Opto Space & Defense
Entrevista realizada em 24 de outubro de 2019

Japie Mare
Participa do projeto desde o seu início como engenheiro de sistemas, passando a exercer o cargo de A-Darter Programme Manager da Denel Dynamics, na última fase do projeto.
Entrevista realizada em 26 de setembro de 2019.

Marco Aurélio Almeida
Executivo de Vendas AVIBRAS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S/A
Resposta ao questionário enviada em 18 de março de 2020

APÊNDICE A – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa (Cedente)

Roteiro das entrevistas aos atores do Processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter

Fase 01 – Cedente (Empresa transmissora da tecnologia) **Denel Dynamics**

	QUESTÕES	OBJETIVO DO QUESTIONAMENTO
(1)	<p>Considerando as condições acordadas contratualmente, sob o enfoque de prazos, metas e objeto, o Sr considera que a tecnologia desenvolvida no A-Darter foi transferida, ou seja, as empresas brasileiras já possuem a capacidade de reproduzir a tecnologia transferida?</p> <p>Considering the contractually agreed conditions, under the focus of deadlines, goals and object, do you consider that the technology developed in A-Darter has been transferred, in other words, do the Brazilian companies already have the ability to reproduce the transferred technology?</p>	<p>Avalia exclusivamente a saída da tecnologia do cedente ao cessionário conforme condições contratuais (“<i>Out-the-door</i>” BOZEMAN, 2000).</p>
(2)	<p>Sob o aspecto de sucesso comercial, o Sr considera que a participação da sua empresa, como cedente no processo de transferência de tecnologia do A-Darter resultou (ou há expectativa) em um impacto comercial para sua empresa, seja em relação à venda de produtos, lucro ou mudança de participação no mercado?</p> <p>In terms of commercial success, do you consider that your company's participation as a transferor in A-Darter's technology transfer process has resulted in (or is expected to have) a commercial impact on your company, whether it is regarding product sale, profit or change in the market share?</p>	<p>Avalia os possíveis impactos na empresa cessionária, medido em termos de sucesso comercial. (Impacto no mercado, BOZEMAN, 2000)</p>
(3)	<p>O Sr consegue identificar algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a sua empresa está sediada, que possa ser associado ao processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter?</p> <p>Can you identify any kind of impact on the economic development of the region where your company is headquartered that could be associated with the A-Darter Project technology transfer process?</p>	<p>Analisa os efeitos no desenvolvimento econômico regional (Desenvolvimento econômico, BOZEMAN, 2000).</p>
(4)	<p>O Sr avalia que a participação da sua empresa (Denel) no processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter proporcionou ganhos políticos em relação a sua imagem? (considerando o acesso a novos parceiros, clientes, novos projetos financiados por órgãos de fomento governamentais, etc.)</p> <p>Do you consider that the participation of your company (Denel) in the A-Darter Project Technology Transfer process has brought political gains regarding your image? (considering access to new partners, customers, new projects funded by government funding</p>	<p>Avalia se houve impactos políticos (como o aumento de investimento) ou reconhecimento da sua capacidade como “bom parceiro industrial” (Impactos Políticos, BOZEMAN, 2000).</p>

	agencies, etc.)	
(6)	<p>O Sr consegue identificar alguma mudança na capacidade dos especialistas envolvidos no processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas derivadas do trabalho conjunto com os profissionais brasileiros?</p> <p>Can you identify any changes in the ability of the experts involved in the A-Darter Project Technology Transfer process to use or develop new technologies or technical solutions derived from working with Brazilian professionals?</p>	<p>Considera os impactos da TT na melhoria das habilidades científicas e técnicas, <i>Know-how</i>, que dão suporte ao trabalho científico e tecnológico (Capital científico, tecnológico e humano, BOZEMAN, 2000).</p>
(10)	<p>No processo de escolha da parceria para o desenvolvimento conjunto do míssil A-Darter com o Brasil, os riscos inerentes ao Processo de Transferência de Tecnologia foram considerados na avaliação da sua empresa (Denel)? Qual o peso desses riscos na tomada de decisão?</p> <p>In the process of choosing the partnership for the joint development of the A-Darter missile with Brazil, were the risks inherent in the Technology Transfer Process considered in your company (Denel) assessment? What is the weight of these risks in the decision-making process?</p>	<p>Avalia os riscos internos e externos da transferência de determinada tecnologia (Fator de Risco, JAGODA, <i>et al.</i>, 2010).</p>
(11)	<p>Sob o enfoque de lições aprendidas, o Sr considere que o Projeto A-Darter proporcionou impactos, ou influenciou de alguma maneira, as atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de projetos futuros?</p> <p>In the light of lessons learned, do you consider that A-Darter Project has impacted, or has in any way influenced, the Research, Development and Innovation (RD&I) activities of future projects?</p>	<p>Avalia a difusão de conhecimentos técnicos as lições aprendidas para experiências futuras, retroalimentar a P&D e motivar a inovação (ANDRADE, <i>et al.</i> 2018).</p>
12	<p>Quais os principais pontos positivos e negativos da experiência do modelo adotado de desenvolvimento conjunto com transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?</p> <p>What are the key strengths and weaknesses of the experience of the A-Darter Project's adopted technology transfer joint development model?</p>	<p>Avalia as lições aprendidas para experiências futuras.</p>

APÊNDICE B – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa (Intermediário)

Roteiro das entrevistas aos atores do Processo de Transferência de Tecnologia do Projeto

A-Darter

Fase 03 – Intermediário (Agentes Governamentais do Brasil e África do Sul)

	QUESTÕES	OBJETIVO DO QUESTIONAMENTO
(1)	<p>Considerando as condições acordadas contratualmente, sob o enfoque de prazos, metas e objeto, o Sr considera que a tecnologia desenvolvida no A-Darter foi transferida, ou seja, as empresas brasileiras já possuem a capacidade de reproduzir a tecnologia transferida?</p> <p>Considering the contractually agreed conditions, under the focus of deadlines, goals and object, do you consider that the technology developed in A-Darter has been transferred, in other words, do the Brazilian companies already have the ability to reproduce the transferred technology?</p>	<p>Avalia exclusivamente a saída da tecnologia do cedente ao cessionário conforme condições contratuais (“<i>Out-the-door</i>” BOZEMAN, 2000).</p>
(2)	<p>Sob o aspecto de sucesso comercial, o Sr considera que processo de transferência de tecnologia do A-Darter resultou (ou há expectativa) em um impacto comercial para as empresas participantes (Denel e empresas brasileiras), seja em relação à venda de produtos, lucro ou mudança de participação no mercado?</p> <p>In terms of commercial success, do you consider that the A-Darter's technology transfer process resulted in (or is expected to have) a commercial impact on the participating companies, whether it is on product sale, profit or change in the market share?</p>	<p>Avalia os possíveis impactos na empresa cessionária, medido em termos de sucesso comercial. (Impacto no mercado, BOZEMAN, 2000)</p>
(3)	<p>O Sr consegue identificar algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a empresa recebedora da tecnologia está sediada, que possa ser associado ao processo de transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?</p> <p>Can you identify any kind of impact on the economic development of the region where the receiving company is headquartered that could be associated with the A-Darter Project technology transfer process?</p>	<p>Analisa os efeitos no desenvolvimento econômico regional (Desenvolvimento econômico, BOZEMAN, 2000).</p>
(9)	<p>O Sr considera que o custo da tecnologia a ser transferida é compatível com o desenvolvimento econômico local?</p> <p>Do you consider that the cost of the technology that has been transferred is compatible with the local economic development?</p>	<p>Avalia o custo do aparato tecnológico a ser transferido, de acordo com o poder de compra do país receptor (Custo da Tecnologia, RAMANATHAN, 2008).</p>

(10)	<p>No processo de escolha da parceria para o desenvolvimento conjunto do míssil A-Darter com o Brasil, os riscos inerentes ao Processo de Transferência de Tecnologia foram considerados na avaliação da escolha das empresas participantes? Qual o peso desses riscos na tomada de decisão?</p> <p>In the process of choosing the partnership for the joint development of the A-Darter missile with Brazil, were the risks inherent in the Technology Transfer Process considered in assessing the choice of participating companies? What is the weight of these risks in the decision-making process?</p>	<p>Avalia os riscos internos e externos da transferência de determinada tecnologia (Fator de Risco, JAGODA, <i>et al.</i>, 2010).</p>
(11)	<p>Sob o enfoque de lições aprendidas, o Sr considere que o Projeto A-Darter proporcionou impactos, ou influenciou de alguma maneira, as atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) dos projetos posteriores gerenciados pela ARMSCOR?</p> <p>In the light of lessons learned, do you consider that A-Darter Project has impacted, or has in any way influenced, the Research, Development and Innovation (RD&I) activities of future projects managed by ARMSCOR?</p>	<p>Avalia a difusão de conhecimentos técnicos as lições aprendidas para experiências futuras, retroalimentar a P&D e motivar a inovação (ANDRADE, <i>et al.</i> 2018).</p>
(12)	<p>Quais os principais pontos positivos e negativos da experiência do modelo adotado de desenvolvimento conjunto com transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?</p> <p>What are the key strengths and weaknesses of the experience of the A-Darter Project's adopted technology transfer joint development model?</p>	<p>Avalia as lições aprendidas para experiências futuras.</p>

APÊNDICE C – Modelo do roteiro de entrevista utilizado na pesquisa (Cessionário)

Roteiro das entrevistas aos atores do Processo de Transferência de Tecnologia do Projeto A-Darter

Fase 02 – Cessionário (Empresas receptoras da tecnologia)

	QUESTÕES	OBJETIVO DO QUESTIONAMENTO
(1)	Considerando as condições acordadas contratualmente, sob o enfoque de prazos, metas e objeto, o Sr considera que a tecnologia desenvolvida no A-Darter foi transferida, ou seja, a empresa se acha capaz ou já tem capacidade de reproduzir a tecnologia transferida?	Avalia exclusivamente a saída da tecnologia do cedente ao cessionário conforme condições contratuais (“ <i>Out-the-door</i> ” BOZEMAN, 2000).
(2)	A tecnologia transferida resultou (ou há expectativa) em um impacto comercial para sua empresa, seja em relação à venda de produtos, lucro ou mudança de participação no mercado?	Avalia os possíveis impactos na empresa cessionária, medido em termos de sucesso comercial. (Impacto no mercado, BOZEMAN, 2000)
(3)	O Sr consegue identificar algum tipo de impacto no desenvolvimento econômico da região onde a sua empresa está sediada, que possa ser associado ao processo de transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?	Analisa os efeitos no desenvolvimento econômico regional (Desenvolvimento econômico, BOZEMAN, 2000).
(4)	O Sr avalia que a participação da sua empresa no processo de TT do Projeto A-Darter proporcionou ganhos políticos em relação a sua imagem? (considerando o acesso a novos parceiros, clientes, novos projetos financiados por órgãos de fomento governamentais, etc.)	Avalia se houve impactos políticos (como o aumento de investimento) ou reconhecimento da sua capacidade como “bom parceiro industrial” (Impactos Políticos, BOZEMAN, 2000).
(5)	O Sr considera que a TT do Projeto A-Darter proporcionou impacto no uso de novas tecnologias e soluções técnicas locais, considerando a possibilidade de uso alternativo dos recursos técnicos e científicos adquiridos (laboratórios, equipamentos, treinamentos)?	Examina os impactos, diretos e indiretos, não esperados pelos agentes envolvidos no empreendimento (Custos de Oportunidade, BOZEMAN, 2000).
(6)	O Sr consegue identificar alguma mudança na capacidade dos especialistas envolvidos no processo de TT do Projeto A-Darter de usar ou desenvolver novas tecnologias ou soluções técnicas a partir da tecnologia recebida?	Considera os impactos da TT na melhoria das habilidades científicas e técnicas, <i>Know-how</i> , que dão suporte ao trabalho científico e tecnológico (Capital científico, tecnológico e humano, BOZEMAN, 2000).
(7)	A tecnologia transferida é compatível com o grau de desenvolvimento e necessidade da empresa e seus possíveis usuários?	Analisa a adequação da tecnologia transferida de acordo com a expectativa da empresa a que ela se destina (adequabilidade, RAMANATHAN, 2008).

(8)	A tecnologia recebida tem potencial para ser expandida para outros setores e/ou produtos, impactando o desempenho de outros processos?	Analisa se a tecnologia tem capacidade de se expandir e ser reconfigurada para ser utilizada em outros processos de produção mais sofisticados (Capacidade Evolutiva da Tecnologia).
(9)	O custo da tecnologia a ser transferida é compatível com o desenvolvimento econômico local?	Avalia o custo do aparato tecnológico a ser transferido, de acordo com o poder de compra do país receptor (Custo da Tecnologia, RAMANATHAN, 2008).
(10)	No processo de decisão para participação no desenvolvimento conjunto do míssil A-Darter com a África do Sul, os riscos inerentes ao Processo de Transferência de Tecnologia foram considerados na avaliação da sua empresa? Qual o peso desses riscos na tomada de decisão?	Avalia os riscos internos e externos da transferência de determinada tecnologia (Fator de Risco, JAGODA, <i>et al.</i> , 2010).
(11)	Sob o enfoque de lições aprendidas, o Sr considere que o Projeto A-Darter proporcionou impactos, ou influenciou de alguma maneira, as atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de projetos futuros?	Avalia a difusão de conhecimentos técnicos as lições aprendidas para experiências futuras, retroalimentar a P&D e motivar a inovação (ANDRADE, <i>et al.</i> , 2018).
12	Quais os principais pontos positivos e negativos da experiência do modelo adotado de desenvolvimento conjunto com transferência de tecnologia do Projeto A-Darter?	Avalia as lições aprendidas para experiências futuras.