ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

INSTITUTO MEIRA MATTOS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MILITARES

Maj Art FREDERICO EMANUEL **SOUSA NUNES**

Interações entre o Exército Brasileiro e a Academia no Contexto dos Sistemas de Inovação: a simulação para o Sistema ASTROS

Linha de Pesquisa: Gestão da Defesa.

Rio de Janeiro

2021

Maj Art FREDERICO EMANUEL **SOUSA NUNES**

INTERAÇÕES ENTRE O EXÉRCITO BRASILEIRO E A ACADEMIA NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO: A SIMULAÇÃO PARA O SISTEMA ASTROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Militares do Instituto Meira Mattos - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Militares.

Orientadora: Profª. Drª. Ana Luiza Bravo e Paiva

Rio de Janeiro
2021

N972i Nunes, Frederico Emanuel Sousa.

Interações entre o Exército Brasileiro e a Academia no Contexto dos Sistemas de Inovação: a Simulação para o Sistema ASTROS. / Frederico Emanuel Sousa Nunes. — 2021.
119 f. : il. ; 30 cm

Orientação: Ana Luiza Bravo e Paiva.
Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.
Bibliografia: f. 103-107

1. SIMULAÇÃO DE COMBATE. 2. INTERAÇÕES. 3. SISTEMAS DE INOVAÇÃO. I. Título.
CDD 355.4

FREDERICO EMANUEL SOUSA NUNES

INTERAÇÕES ENTRE O EXÉRCITO BRASILEIRO E A ACADEMIA NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO: A SIMULAÇÃO PARA O SISTEMA ASTROS

Dissertação apresentada à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Militares.

Aprovada em 10 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

ANA LUIZA BRAVO E PAIVA – Profª Drª – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército - ECEME

Carlos Eduardo Franco Azevedo.

CARLOS EDUARDO FRANCO AZEVEDO – Prof Dr – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército - ECEME

CINTIENE SANDES MONFREDO MENDES – Profª Drª – Membro
Escola Superior de Guerra - ESG

Ciente Frederico Emanuel Sousa Nunes
FREDERICO EMANUEL SOUSA NUNES – Maj – Postulante
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Digitalizada com CamScanner

À minha família, minhas perenes fontes de apoio, inspiração e exemplo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Senhor dos Exércitos, pelo dom da vida, pela tranquilidade nos momentos difíceis e pela saúde que tem me permitido seguir estudando e aprendendo a cada dia que passa.

Ao Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências Militares/Instituto Meira Mattos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, na figura de seus chefes, no transcorrer destes dois anos de pesquisa, coronéis De Francicis, Cardoso e Scafuto, pela oportunidade de cursar o Mestrado Acadêmico em Ciências Militares.

A minha orientadora, Profª. Drª. ANA LUIZA BRAVO E PAIVA, pela orientação precisa, sabendo incentivar uma dinâmica de trabalho assertiva e sempre otimista. Meu reconhecimento pela atenção e confiança a mim dispensados em todos os momentos em que nos reunimos para melhorar este trabalho de pesquisa.

Ao meu pai, DIMAS ANTÔNIO COSTA NUNES, pelo exemplo do valor do trabalho, pela educação sólida e por seu incentivo constante pelo meu sucesso.

À minha mãe, MARIA JOSÉ SOUSA NUNES, pelo amor e pelo exemplo de bondade, dedicação irrestrita à maternidade, renúncia e desprendimento.

À minha esposa, Josiane e a meu filho Lucas, meus amores. Agradeço pela inspiração, carinho, compreensão e incentivos constantes. A presença de vocês a meu lado foi um bálsamo durante essa desafiadora caminhada do Stricto Sensu.

RESUMO

Neste início de século XXI o Exército Brasileiro (EB) vivencia a necessidade de transformação que o habilite a operar no amplo espectro, com cenários complexos, difusos e próximos à população. Entretanto, o adestramento para operar nesse ambiente caótico é desafiado por óbices como a elevada urbanização próximo aos campos de instrução, o preço de equipamentos e munições e as restrições ambientais. Assim, tem se observado o incremento da demanda pela atividade de simulação de combate no âmbito do EB, ensejando parcerias com agentes do sistema de inovação. A expedição de normas internas que disciplinam a atividade, o aumento dos simuladores nos centros de instrução e o desenvolvimento de instrumentos de obtenção, seja por compra ou pesquisa e desenvolvimento corroboram tal tendência. Nesse contexto, essa pesquisa possui caráter predominante qualitativo, natureza exploratória e tem como problema de investigação analisar como as interações em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) entre o EB e a academia contribuem para a obtenção de simuladores nacionais. As interações vêm ocorrendo em um ecossistema de atores públicos e privados, estimuladas por demandas do EB, alinhando-se ao arcabouço teórico dos sistemas de inovação, trazido pelos estudos de Chris Freeman, Bengt-Åke Lundvall e Richard R. Nelson. Objetivou-se, assim, analisar as contribuições dessas interações, determinadas por uma demanda crescente por simulação, para a obtenção de simuladores nacionais. A fim de atingir esse objetivo foram caracterizados a atividade de simulação no EB e suas interações em P&D com a academia; estudadas a abordagem sistêmica da inovação e as obtenções da defesa, como plano de fundo dessas parcerias; e, por fim, buscadas as contribuições dessa P&D para a obtenção de sistemas de simulação nacionais. A pesquisa se vale da ferramenta de Estudo de Caso para se aprofundar nas relações entre diversos atores, dentro de um sistema de inovação amplo e em período contemporâneo. Os resultados apontaram que o fomento em P&D caracterizou o EB como comprador qualificado, por meio da mobilização de cada ator do sistema de inovação em sua função mais eficaz. Desse modo, foi possível que o ciclo de produção, difusão e utilização de inovações se materializasse em entregas à defesa nacional, na forma da obtenção de simuladores com tecnologia local.

Palavras-chave: Simulação de Combate; Interações; Sistemas de Inovação.

ABSTRACT

In the beginning of the 21st century, the Brazilian Army has been guided by the need for transformation, to operate in the context of full spectrum operations who are complex, diffuse and often close to the population. Defiantly, however, the instruction and training to operate in this chaotic environment is impacted by the increase in urbanization of the instruction fields, the high cost of assets and ammunition and the restrictions related to the environment. Hence, it has been watched the increase in the demand for combat simulation activity within the scope of Brazilian Army, projecting partnerships with the actors of innovation system. The issuance of internal rules that regulate the activity, the increase of simulators in instruction centers and the development of defense acquisition instruments, whether through purchase or research and development, corroborate this trend. In this sense, the research has a predominantly qualitative character, exploratory nature and has as its research problem to analyze how the research and development interactions between the Brazilian Army and the academia contribute to defense acquisition of national systems of simulation. These interactions have been taking place within an ecosystem of public and private actors, stimulated by the demands of the Army, which approximates the theoretical framework of innovation systems, which emerged through the studies of Chris Freeman, Bengt-Åke Lundvall and Richard R. Nelson. Thus, the objective is therefore to analyze the contributions of these interactions, determined by a growing demand for simulation, for the defense acquisition of national simulators. In order to reach the proposed objective, it has been studied the activity of simulation in the Army and its interactions in research and development (R&D) with the academia; the systemic approach of innovation and the defense acquisitions have been studied as background of these partnerships; and after all, it have been found the contributions of this R&D to the defense acquisitions of national systems of simulation. The research uses the Case Study tool, as it seeks relationships contained in the interactions between different actors, within a broad innovation system and in a contemporary period. The results showed that R&D support characterized the EB as a competent customer, through the mobilization of each innovation system actor in their most effective role. In this way, it was possible that the cycle of production, dissemination and use of innovations was materialized in deliveries to national defense, in the form of defense acquisitions of simulators with local technology.

Keywords: Combat Simulation; Interactions; Systems of Innovation.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAAe	Artilharia Antiaérea
ABIMDE	Associação Brasileira das Indústrias de Defesa e Materiais de Segurança
AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
ASTROS	*Artillery Saturation Rocket System* (Sistema de Artilharia para Saturação de Área)
AvEx	Aviação do Exército
BID	Base Industrial de Defesa
CAvEx	Comando de Aviação do Exército
CC	Carro de Combate
CDS	Centro de Desenvolvimento de Sistemas
CIBld	Centro de Instrução de Blindados
CIArtMslFgt	Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes
CIAvEx	Centro de Instrução de Aviação do Exército
COTER	Comando de Operações Terrestres
CTEx	Centro Tecnológico do Exército
C&T	Ciência e Tecnologia
DAG	*Defense Aquisitions Guidebook*
DAS	*Defense Acquisition System*
DAU	*Defense Acquisition University*
DCT	Departamento de Ciência e Tecnologia
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DoD	*Departament of Defense*
DSMEM	Diretoria de Sistemas e Material de Emprego Militar
DSET	Dispositivo de Simulação e Engajamento Tático
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
EB	Exército Brasileiro
EED	Empresa Estratégica de Defesa
EI	Ecossistema de Inovação
EME	Estado Maior do Exército
EPEx	Escritório de Projetos do Exército

ETECs	Encomendas Tecnológicas
GFIID	Guerra do Futuro, Inovação e Indústria de Defesa
GMF	Grupo de Mísseis e Foguetes
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
IES	Instituição de Ensino Superior
IMM	Instituto Meira Mattos
Inovadout	Inovações Doutrinárias
Inovatec	Inovações Tecnológicas
JCIDS	*Joint Capabilities Integration and Development System*
LASER	*Light Amplification by Simulated Emission of Radiation*
LOA	Lei Orçamentária Anual
MD	Ministério da Defesa
MEM	Material de Emprego Militar
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OEE	Objetivo Estratégico do Exército
PCM	Plano de Obtenção de Capacidades Materiais
PEEx	Plano Estratégico do Exército
POBPRODE	Política de Obtenção de Produtos de Defesa
POM	Políticas Orientadas por Missões
Port	Portaria
PPA	Plano Plurianual
PPBE	*Planning, Programming, Budgeting, and Execution*
PrgEE	Programa Estratégico do Exército
PRODE	Produto(s) de Defesa
REMAX	Estação de Armas Remotamente Controlada
REOP	Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição
RETID	Regime Especial Tributário da Indústria de Defesa
SHEFE	Simulador dos Helicópteros Fennec e Esquilo
SI	Sistema de Inovação
SIMAF	Simulador de Apoio de Fogo
SIMOC	Simulador de Operações de Guerra Cibernética
SIs	Sistemas de Inovação

SIS-ASTROS GMF	Sistema Integrado de Simulação ASTROS Grupo de Mísseis e Foguetes
SIS-Def	Sistema de Inovação no Setor de Defesa
SMEM	Sistema e Materiais de Emprego Militar
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
SRIs	Sistemas Regionais de Inovação
SSEB	Sistema de Simulação do Exército Brasileiro
SSI	Sistema Setorial de Inovação
STAL	Simulador de Tiro de Armas Leves
STI	Sistema Tecnológico de Inovação
SVTat	Simulador Virtual Tático
SVTatREOP	Simulador Virtual Tático para REOP
TBC (*CBT*)	Treinamento Baseado em Computador (*Computer Based Training)*
TED	Termo de Execução Descentralizada
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicações
TRL	*Technology Readiness Level* (Nível de Maturidade Tecnológica)
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VBS3	*Virtual Battlespace 3*
VBTP-MSR	Viatura Blindada de Transporte de Pessoal-Mecanizada sobre Rodas
VC	Variável Condicional
VD	Variável Dependente
VI	Variável Independente
VInt	Variável Interveniente

“All but war is simulation” (STRI COM, US Army, 2013)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia causal simplificada de relacionamentos entre as variáveis.....48
Figura 2 – Planejamento da coleta de dados e evidências em estudos de casos.....52
Figura 3 – Modelo de escala proposto por Rensis Likert.....54
Figura 4 – Modelo de escala de grau de importância / relevância.....55
Figura 5 – Sequência das ações para análise de evidências em estudos de casos.57
Figura 6 – Visão geral das repostas ao Questionário A, em código de cores.....93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Simuladores em utilização no EB.....23
Quadro 2 – Simuladores em desenvolvimento no EB.....24
Quadro 3 – Objetivos Estratégicos do EB relacionados à simulação.....24
Quadro 4 – Plano de Obtenção de Capacidades Materiais (ao PEEx 2020-2023)...25
Quadro 5 – Variáveis de pesquisa.....48
Quadro 6 – Modelo de pontuação da escala de grau de importância / relevância....56
Quadro 7 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 01.....63
Quadro 8 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 02.....64
Quadro 9 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 03.....65
Quadro 10 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 04.....65
Quadro 11 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 05.....66
Quadro 12 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 06.....67
Quadro 13 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 07.....68
Quadro 14 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 08.....68
Quadro 15 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 09.....69
Quadro 16 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 10.....71
Quadro 17 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 11.....71
Quadro 18 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 12.....71
Quadro 19 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 13.....72
Quadro 20 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 14.....73
Quadro 21 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 15.....73
Quadro 22 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 16.....74
Quadro 23 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 17.....75
Quadro 24 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 18.....76
Quadro 25 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 19.....76
Quadro 26 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 20.....77
Quadro 27 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 21.....78
Quadro 28 – Respostas abertas da Questão 22.....78
Quadro 29 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 23.....83
Quadro 30 – Resumo de distribuição das pontuações da Questão 24.....84
Quadro 31 – Respostas abertas da Questão 25.....84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – 20 maiores importadores de armas entre 2010-2020.....41
Gráfico 2 – Área atuação dos respondentes ao Questionário A.....62
Gráfico 3 – Questão 01 do Questionário A.....63
Gráfico 4 – Questão 02 do Questionário A.....63
Gráfico 5 – Questão 03 do Questionário A.....64
Gráfico 6 – Questão 04 do Questionário A.....65
Gráfico 7 – Questão 05 do Questionário A.....66
Gráfico 8 – Questão 06 do Questionário A.....66
Gráfico 9 – Questão 07 do Questionário A.....67
Gráfico 10 – Questão 08 do Questionário A.....68
Gráfico 11 – Questão 09 do Questionário A.....69
Gráfico 12 – Questão 10 do Questionário A.....70
Gráfico 13 – Questão 11 do Questionário A.....70
Gráfico 14 – Questão 12 do Questionário A.....70
Gráfico 15 – Questão 13 do Questionário A.....72
Gráfico 16 – Questão 14 do Questionário A.....72
Gráfico 17 – Questão 15 do Questionário A.....73
Gráfico 18 – Questão 16 do Questionário A.....74
Gráfico 19 – Questão 17 do Questionário A.....75
Gráfico 20 – Questão 18 do Questionário A.....75
Gráfico 21 – Questão 19 do Questionário A.....76
Gráfico 22 – Questão 20 do Questionário A.....77
Gráfico 23 – Questão 21 do Questionário A.....78
Gráfico 24 – Questão 23 do Questionário A.....83
Gráfico 25 – Questão 24 do Questionário A.....84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 17

2 REFERENCIAL TEÓRICO..... 19

2.1 A Simulação de Combate no EB e as Interações com a Academia..... 20

2.1.1 Modalidades de Simulação e suas Características..... **21**
2.1.2 A Simulação no EB e a Abrangência das Interações..... **23**
2.1.3 As interações em Simulação e a P&D..... **26**

2.2 A Abordagem Sistêmica da Inovação e as Obtenções da Defesa..... 28

2.2.1 Os Sistemas de Inovação..... **31**
2.2.2 Componentes dos SIs e Categorias das Inovações..... **32**
2.2.3 As Variantes de SIs..... **33**
2.2.4 A Inovação e o Setor de Defesa..... **36**
2.2.5 A Defesa e as Obtenções..... **39**

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO..... 46

3.1 Método Científico e as Ciências Sociais..... 46

3.2 Variáveis de Pesquisa..... 48

3.3 Método de Abordagem..... 49

3.4 Métodos de Procedimento..... 49

3.5 Pesquisa Exploratória..... 50

3.6 Delineamento da Pesquisa..... 50

3.6.1 Pesquisa Qualitativa..... **50**
3.6.2 Estudo de Caso..... **51**
3.6.3 Instrumentos para Coleta de Dados..... **52**
3.6.4 Estratégia para Análise de Dados..... **56**

4 A PARCERIA ENTRE O EB E A UFSM: CONTRIBUIÇÕES PARA A OBTENÇÃO DE UM SIMULADOR NACIONAL..... 59

5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS..... 61

5.1 Questionário A..... 61

5.1.1 Questões 01 a 06..... **62**
5.1.2 Questões 07 a 09..... **67**
5.1.3 Questões 10 a 14..... **69**
5.1.4 Questões15 a 20..... **73**
5.1.5 Questões 21 a 25..... **77**

5.2 Questionário B..... 94

5.2.1 Questões 01 a 06..... **94**
5.2.2 Questões 07 a 14..... **95**
5.2.3 Questões 15 a 20..... **97**
5.2.4 Questões 21 a 24..... **98**

5.2.5 Questão 25..... **100**

6 CONCLUSÕES..... 100

REFERÊNCIAS..... 103

ANEXOS..... 108

Anexo 1 – Questionário A (EB/Academia)..... **108**
Anexo 2 – Questionário B (EB/Indústria)..... **114**

1. INTRODUÇÃO

A presente investigação se concentrará na utilização da simulação de combate pelo Exército Brasileiro (EB), que tem crescido nesse início de século em termos quantitativos e qualitativos (LEGG, SANTOS, CASTRO, NEVES et al., 2017, p. 04). O ganho de escala da atividade vem acompanhado de interações dentro e fora da força (FLORIO, 2018, p. 63, 72, 77), demonstrando interfaces com o Sistema Nacional de Inovação (SNI) (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

Consistindo em uma das principais componentes desse SNI, a academia compreende uma variada gama de agentes, com atuação tanto de caráter técnico, caso das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), como na área de ensino e pesquisa. Entre essas últimas, as Instituições de Ensino Superior (IES) (EDQUIST & JHONSON, 1997, p. 58-59) se destacam pela relevância no esforço nacional em pesquisa, sendo as universidades e os institutos de pesquisa seus principais braços operacionais.

O problema central de pesquisa a ser desvelado é analisar como as interações em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) entre o EB e a academia, inseridas em um contexto sistêmico de inovação, contribuem para a obtenção de simuladores nacionais. A hipótese que guiou as buscas é de que o componente P&D das interfaces entre um ente público federal e outro acadêmico cria condições que cooperam para as citadas obtenções.

Nesse contexto, o objetivo geral é analisar as contribuições das interações em P&D entre o EB e a academia, determinadas pela demanda por simulação, para a obtenção de um simulador nacional. Para atingir esse objetivo serão utilizados os seguintes objetivos específicos: caracterizar a atividade de simulação no EB e suas interações em P&D com a academia; estudar a abordagem sistêmica da inovação e as obtenções da defesa; e verificar as contribuições dessa P&D para a obtenção de sistemas de simulação nacionais.

Escolheu-se como marcos de delimitação temporal dessa investigação o período entre o início da padronização do uso de simuladores, caracterizado pela portaria do comandante do Exército que instituiu o Sistema de Simulação do EB (SSEB) em 2014 (BRASIL, 2014, p. 36-45), até o término da análise de dados no mês de outubro de 2021.

A multiplicação de interações perenes entre atores do SNI é essencial para o desenvolvimento das inovações no setor de defesa, sejam elas tecnológicas, doutrinárias, de processos ou de produtos (SCHUMPETER, 1939, p. 759; FRANCO-AZEVEDO, 2013, p. 327). Esse processo interativo viabiliza a criação, difusão e utilização de inovações (LUNDVALL, 2010, p. 4), constituindo-se como a força motriz desse sistema. Dessa forma, esse tipo de investigação é importante para os estudos de defesa, seja em áreas da Economia de defesa ou das Ciências Militares, justificando a escolha do tema.

A metodologia utilizada, aprofundada em capítulo à parte, se compatibilizou com as pesquisas em ciências sociais, baseando-se no método de abordagem indutivo. Assim, buscou-se explorar, descrever e gerar perspectivas teóricas, partindo-se do raciocínio particular para o geral (SAMPIERE, COLLADO & LUCIO, 2014, p. 8). Nos métodos de procedimento articularam-se o observacional e o monográfico (GIL, 2012, p. 16 e 18; PRODANOV & FREITAS, 2013, p. 37) em uma pesquisa do tipo exploratória. No que se refere ao delineamento a pesquisa foi qualitativa e realizada com a técnica do estudo de caso único (YIN, 2001, p. 33).

Nesse delineamento sobressai-se como variável independente a demanda do EB por simulação e como variáveis dependentes as interações em P&D na atividade de simulação entre o EB e a academia e suas contribuições para a obtenção de simuladores nacionais. Estas duas últimas se constituíram como as principais variáveis de estudo. As variáveis condicionais e intervenientes foram aprofundadas no referencial metodológico (VAN EVERA, 1997, p. 10-11).

As bases de dados primárias pesquisadas foram os documentos do EB e as secundárias os trabalhos acadêmicos sobre simulação e Sistemas de Inovação (SIs). Dessa forma pôde-se relacionar as informações sobre as interações em P&D em simulação no EB com seu contexto dentro do SNI. Na sequência, questionários foram utilizados para a coletas de dados, aprofundando sobre as interações com os agentes e instituições do SNI e seus dados analisados para avaliação de suas contribuições para a obtenção de simuladores.

Nesse primeiro capítulo, introdutório, constam o problema de pesquisa, os objetivos geral e intermediários, a delimitação, a importância da investigação, a justificativa da escolha do tema e uma breve explanação sobre os aspectos metodológicos. O segundo capítulo trata sobre o referencial teórico e o terceiro sobre o referencial metodológico. O quarto capítulo contém o estudo de caso da parceria

entre o EB e a UFSM no desenvolvimento do Simulador Virtual Tático (SVTat) para o Sistema ASTROS, precedendo o quinto capítulo que engloba a análise e a discussão de dados. Por fim, o sexto e último capítulo contém as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Partindo-se do problema central de pesquisa necessita-se definir o que Gil (2018, p. 107) denominou “unidade-caso”, ou seja, “um indivíduo em um contexto definido”, que pode ser também ampliado para “qualquer grupo social, uma organização, uma comunidade, uma nação ou mesmo toda uma cultura”.

O referencial teórico buscará sustentação na literatura dos sistemas de inovação para analisar as conexões entre seus atores componentes, delimitando como unidade-caso o EB. O mesmo busca junto aos agentes do SNI soluções para que possa acompanhar em sua transformação as evoluções da sociedade do conhecimento. Dentre as ações viabilizadoras dessa transformação, a atividade de simulação tem crescido de importância. Assim, visualiza-se nessas interações a manifestação da conduta de um grupo social específico em relação a seu contexto, com o EB, uma força armada singular, representando a esfera púbica.

Em alinhamento com o objetivo geral desta pesquisa, o referencial teórico busca pavimentar o supracitado caminho até a unidade-caso por meio dos seguintes objetivos intermediários: caracterizar a simulação de combate no EB e suas interações com a Academia, com ênfase na P&D; e conceituar a abordagem sistêmica da inovação e as obtenções da defesa.

Neste capítulo discorre-se sobre a abordagem sistêmica da inovação, modelo teórico que traz conceitos utilizados para a formulação dos objetivos citados. Como exemplos, citam-se alguns dos pontos fortes do SNI brasileiro, elencados por Mazzucato & Penna (2016, p. 8): a existências de instituições chave em todos os subsistemas (educação, pesquisa, financiamento, etc.) e políticas públicas capazes de fomentar os chamados *programas orientados por missão* para setores como o de defesa. Como se verá a seguir, a defesa de fato possui inciativas como o Programa Estratégico do Exército ASTROS 2020 (PrgEE ASTROS 2020), com atividades componentes que abarcam a obtenção de sistemas de simulação.

Dentre os alinhamentos dos SIs com a demanda atual de simulação no EB, o referencial teórico buscará explicitar sua materialização nas interações entre atores

do tipo organizações e instituições. Tais interações são fundamentais, segundo Edquist (2001a, p. 4) para a ocorrência das inovações, particularmente no tocante às obtenções de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM), permitindo a utilização dos SIs como uma abordagem importante para o entendimento dessa dinâmica.

2.1 A Simulação de Combate no EB e as Interações com a Academia

Apesar de se encontrar baseada em meios computacionais, a simulação de combate, mesmo que em sua concepção mais elementar, já era estimulada para treinamentos de processos decisórios pelo EB, desde o início do século XX:

> O Jogo de Guerra. O Sr General de Divisão Ministro da Guerra, por aviso n. 529, de 6 do corrente, dirigido a esta Chefia, mandou recomendar a necessidade de desenvolver não só nos quartéis generaes como nos corpos de tropa, o jogo de guerra e declarou que sendo ele uma manobra de dupla ação sobre a carta, constitue um dos exercícios mais uteis, acostumando officiaes a reflexão, recordando conhecimentos theoricos, desenvolvendo espirito de decisão, acostumando a contar com uma vontade contraria a sua, e interessando-se pelos effeitos das disposições tomadas e das ordens dadas.
>
> Os bons resultados obtidos (…) demonstram sua utilidade e a necessidade de seu desenvolvimento. (…) elle terá ainda uma importância especial para a instrucção dos officiaes que pertencem a corpos que este anno ficaram sem effectivo (BRASIL, 1915, p. 574, 575).

No recorte temporal escolhido optou-se por analisar a simulação no EB a partir da Portaria nº 55-EME, de 27 de março de 2014, que aprovou a Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército - SSEB (BRASIL, 2014, p. 36-45). O documento foi o primeiro a sistematizar o emprego da simulação, porque conectou a gestão integrada do ciclo de vida desses meios a questões mais amplas, como a integração dos simuladores no âmbito do MD, por também ser referenciado na Portaria Normativa nº 1.873-MD, de 20 de junho de 2013, que dispõe sobre a integração de simuladores entre as Forças Armadas (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013a, p. 28).

O SSEB foi definitivamente consolidado em 2018, por meio da Portaria nº 158-EME, de 16 de agosto de 2018 (BRASIL, 2018, p 20-34), o que, na prática, reorganizou os sistemas de simulação e encerrou as pressões por obtenções descentralizadas (por iniciativa de setores usuários cada vez mais interessados nessa ferramenta), alinhando definitivamente as mesmas às necessidades do EB.

No SSEB (BRASIL, 2014, p. 37) é adotada a seguinte definição para a simulação em seu conceito amplo:

> A simulação pode ser definida ainda, como um método técnico que possibilita representar artificialmente uma atividade ou um evento real, por meio de um modelo. Com o auxílio de um sistema informatizado, mecânico, hidráulico ou de sistemas combinados, a simulação reproduz as características e a evolução de um processo ao longo do tempo. O progresso dos métodos numéricos e o aumento extraordinário do desempenho dos computadores permitem, graças a simulações cada vez mais detalhadas, predizer o comportamento de sistemas complexos, as propriedades de novos materiais e de simular fenômenos naturais como a evolução de estrelas e do clima, por exemplo. A indústria utiliza cada vez mais a simulação numérica, validada pela experimentação, para encurtar o ciclo de desenvolvimento de seus novos produtos e assim aumentar sua competitividade.

O mesmo autor define a simulação militar como a reprodução, subordinada a regramento prévio, dos aspectos de uma atividade com a utilização de material de emprego militar (MEM), fazendo-se uso de um conjunto de equipamentos, *softwares* e infraestruturas específicos. O EB conduz as três modalidades da simulação de combate: viva, virtual e construtiva (BRASIL, 2014, p. 37).

2.1.1 Modalidades de Simulação e suas Características

A simulação viva se vale de agentes reais, operando equipamentos também reais, em um ambiente real, de modo a fornecer ao usuário as sensações táteis, visuais e auditivas que permitam a imitação da realidade dos engajamentos militares. Sensores apropriados, como dispositivos com apontadores a *laser,* conectados a *hardwares* e *softwares* de simulação, permitem a imersão cognitiva do usuário e também a integração com outros simuladores (BRASIL, 2014, p. 38; BUCKA & ANDRASSY, 2017, p 62).

A modalidade construtiva se vale de agentes e ambientes simulados para trabalhar situações apropriadas para trabalhos de comando e estado-maior (*staff*), possibilitando o adestramento coletivo dos níveis mais altos da força. Os métodos matemáticos se mesclam a meios de tecnologia da informação e computação (TIC), para fornecer aos usuários um modelo simplificado de um sistema real, que se comporta conforme algoritmos pré-definidos e parâmetros de entrada (normas e regras), baseados na doutrina militar. A interface com os utilizadores se dá por meio de um ambiente sintético que simula o real, incorporando mapas e parâmetros técnicos, como distâncias entre as unidades militares, alcances e efeitos dos armamentos (BRASIL, 2014, p. 38; BUCKA & ANDRASSY, 2017, p. 62).

A simulação virtual permite que os usuários reais, quer indivíduos ou frações constituídas, operem sistemas também reais, porém imersos em um ambiente virtual fictício, simulado ou gerado em computador e modelado em computação gráfica. O

ambiente virtual é configurado para representar diversos tipos de cenários terrestres, aéreos e seus demais equipamentos necessários. O que se busca nessa modalidade é desenvolver técnicas e habilidades individuais, pois permite explorar ao máximo os limites do equipamento e do usuário (BRASIL, 2014, p. 38; BUCKA & ANDRASSY, 2017, p. 62)

A opção pela utilização da simulação de combate no EB ocorreu por inúmeras razões, como o maior impacto de restrições orçamentárias na compra de munições, o recrudescimento das normas ambientais para uso das áreas autorizadas para impactos de maior calibre, bem como das considerações de segurança, devido à acelerada urbanização das proximidades dos campos de instrução e tiro (CARVALHO, 2011 p. 01).

O uso desse tipo de ferramenta concilia essas restrições, ao passo que também alinha o EB às melhores práticas mundiais no ensino militar, pois, como sustenta Orme (2012), a simulação possibilita a assimilação dos objetivos em cenários de treinamento pré-estabelecidos, viabilizando o aprendizado de se lidar com a complexidade e a mudança. Assim, pode ser entendida como mais que uma tecnologia, mas uma ferramenta mais ampla, capaz de moldar tanto as capacidades militares, como a própria cultura.

As possibilidades da simulação são amplas, como observado nos estudos de Orlansky, Dahlman, Hammon, Metzko & Taylor (1994) que articulam as modalidades viva e virtual. Como vantagens citam-se o treinamento próximo à realidade correspondente; a economia de custos, a mitigação de riscos (uso e manutenção), a diminuição do impacto ambiental; a oportunidade de rápida análise pós-ação; a economia dos insumos críticos: munição, combustível e manutenção; a proteção de equipamentos de alto valor contra danos por falta de experiência; a possibilidade de exposição a procedimentos mais arriscados; e a replicação de cenários e ameaças fidedignos.

Como desvantagens, se observaram a redução da percepção do tempo real das operações; as imprecisões derivadas das diferenças em relação aos equipamentos e situação reais (como diferenças aerodinâmicas em aeronaves e detalhes de construção) que podem gerar hábitos e reações incorretos; e a necessidade de financiamento, obtenção, instalação e manutenção evolutiva (ORLANSKY et al., 1994).

2.1.2 A Simulação no EB e a Abrangência das Interações

Após a abordagem cronológica da padronização da simulação no EB, do detalhamento de suas modalidades e de considerações iniciais sobre a amplitude de suas vantagens e desvantagens, cabe verificar como e com que tipo de interações a força terrestre vem utilizando esse recurso na educação e no treinamento de seus quadros. Para tanto, julga-se útil efetuar um inventário destes simuladores. Amorim (2019, p. 101-103) sintetizou que o EB se vale atualmente de 23 simuladores, sendo 19 em uso e quatro em desenvolvimento, contemplando as três modalidades.

Na simulação construtiva é empregado o sistema Combater da Rustcon, empresa componente da BID. Na simulação viva o EB utiliza atualmente quatro simuladores: o Dispositivo de Simulação e Engajamento Tático (DSET[1]) da empresa de origem sueca Saab; o simulador para os militares que compõem a guarnição do míssil antiaéreo IGLA, da empresa russa KBM; o simulador SPT, para guarnição do veículo blindado Leopard 1 A5, da empresa de origem alemã KMW; e o simulador de procedimentos de socorro médico Sim Pad, da alemã SIEMENS (AMORIM, 2019, p. 101-103). Das empresas citadas, somente a KMW e a SIEMENS não fazem parte da BID (ABIMDE, 2018).

A simulação virtual reúne a maioria dos simuladores do EB, 18 dos 23 em utilização ou desenvolvimento. No caso destes últimos, são quatro os ainda a serem entregues, conforme sintetizado nas tabelas a seguir:

Quadro 1: simuladores em utilização no EB.

Simuladores virtuais em uso	Desenvolvedor (es)	Utilização
Simulador de Tiro de Armas Leves (STAL)	Spectra e CTEx	Tiro de Fuzil e Pistola
Virtual Battlespace 3 (VBS3)	Bohemia Interactive	Tropas Blindadas e Mecanizadas
Steel Beast	e-SIM Games	Tropas Blindadas
Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF)	TECNOBIT (Rustcon)	Tropas de Artilharia de Campanha
TSB	KMW	Guarnição do CC Leopard 1 A5
SPM	KMW	Guarnição do CC Leopard 1 A5
TSP	KMW	Guarnição do CC Leopard 1 A5

[1] O DSET funciona com um laser posicionado no canhão dos blindados Leopard 1AS que simula a trajetória da munição real. O dispositivo faz o processamento e registro dos dados do tiro simulado (velocidade, angulação do tubo, margem de erro, entre outros) por meio de impressora térmica, localizada internamente. Para analisar os dados (compostos por abreviaturas no idioma alemão) deve-se recolher as impressões após o exercício de simulação para verificá-las lado a lado (REVISTA .TXT, 2014, apud FLORIO, 2018, p. 63).

TBC	eFly e DCT	Motoristas e Mecânico de Viaturas da Família GUARANI
Simulador dos Helicópteros Fennec e Esquilo (SHEFE)	Spectra e CTEx	Tripulação dos Helicópteros Fennec e Esquilo
Simulador de Operações de Guerra Cibernética (SIMOC)	Rustcon	Proteção, exploração e ataque em campo cibernético
Conduta Auto para Viaturas Leves e Pesadas	CTEx	Motoristas
RBS 70	Saab	Guarnição do RBS 70
Míssil Antiaéreo IGLA (9F874)	Gos CSI	Guarnição do Míssil IGLA
Motoniveladora por Imersão	Oniria	Operador de Motoniveladora

Fonte: Amorim (2019, p. 101-103) e ABIMDE (2018).

Quadro 2: simuladores em desenvolvimento pelo EB.

Simuladores virtuais em desenvolvimento	Desenvolvedor (es)	Utilização
Estação de Armas Remotamente Controlada REMAX	ARES e CTEx	Viaturas da Família GUARANI
SIGUA	UFSM e CI Bld	Guarnição da Viatura Guarani
Sistema ASTROS	DCT e UFSM	Guarnição da Plataforma ASTROS
Míssil Superfície Bud 1.2 Anticarro	SIATT e CTEx	Guarnição do Míssil

Fonte: Amorim (2019, p. 101-103) e ABIMDE (2018).

O Plano Estratégico do Exército (PEEx) organiza os investimentos públicos destinados à força para o quadriênio 2020-2023, no contexto do seu processo de transformação, estando conectado ao Plano Plurianual (PPA) orçamentário federal e este último à lei orçamentária prevista na constituição. Assim, trata-se de um instrumento de materialização das políticas públicas de estímulo ao setor de defesa. A análise das atividades viabilizadoras dos Objetivos Estratégicos do Exército (OEE), contidos no documento corrobora que o EB é demandante de simuladores de combate (BRASIL, 2019. P 11-55):

Quadro 3: Objetivos Estratégicos do EB relacionados à Simulação.

OEE 1. CONTRIBUIR COM A DISSUASÃO EXTRARREGIONAL			
Estratégia	Ação Estratégica	Atividades	Observações
1.1. Ampliação da Capacidade Operacional	1.1.6. Rearticular e reestruturar a Artilharia Antiaérea (AAAe).	1.1.6.5. Obter e/ou modernizar Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) e **simuladores** de AAAe de Baixa e Média Altura.	-
	1.1.7. Reestruturar o Sistema Engenharia.	1.1.7.3. Reestruturar a **Simulação** no Sistema de Engenharia.	-

1.2. Ampliação da mobilidade e elasticidade da Força	1.2.2. Estruturar a Aviação do Exército (AVEx).	1.2.2.4. Ampliar(1) os meios de **simulação** do Comando de Aviação do Exército (CAvEx).	(1) Atividade já iniciada
OEE 5. MODERNIZAR O SISTEMA OPERACIONAL MILITAR TERRESTRE (SISOMT) - PREPARO E EMPREGO DA FORÇA TERRESTRE			
Estratégia	Ação Estratégica	Atividades	Observações
5.2. Aperfeiçoamento do Preparo da Força Terrestre.	5.2.2. Aperfeiçoar a sistemática de instrução, com ênfase no Efetivo Profissional.	5.2.2.3. Modernizar e/ou obter **simuladores** para equipar a Força Terrestre.	-
OEE 9. APERFEIÇOAR O SISTEMA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO			
Estratégia	Ação Estratégica	Atividades	Observações
9.3. Modernização de Produtos de Defesa (PRODE)	9.3.1. Modernizar os produtos, atendendo aos conceitos de letalidade seletiva e proteção (individual e coletiva).	9.3.1.3. Obter, mediante coordenação com o Comando de Operações Terrestres (COTER), **simuladores** para a Força Terrestre.	-

Fonte: o autor, adaptado de Brasil (2019, p 11-55), com grifos do autor.

Verifica-se que entre os 14 OEE elencados para o quadriênio (implementados por meio de estratégias, ações estratégicas e atividades) existem cinco atividades relacionadas a simulação de combate. Adicionalmente, o Plano de Obtenção de Capacidades Materiais (PCM), anexo ao mesmo documento, também elencou projetos para obtenção de simuladores, seja na forma de desenvolvimento ou de aquisição, conforme as seguintes prioridades (BRASIL, 2019, p. 11-55):

Quadro 4: Plano de Obtenção de Capacidades Materiais ao PEEx 2020-2023.

PLANO DE OBTENÇÃO DE CAPACIDADES MATERIAIS – PCM (Anexo “A” ao PEEx 2020-2023)		
Projetos em desenvolvimento (total de 27 prioridades)		
Prioridade	Nome	Observações
5ª	**Simulador** da Viatura Blindada de Transporte de Pessoal (VBTP) – Mecanizada sobre Rodas (MSR) GUARANI	-
7ª	**Simuladores** para Defesa Nacional e Adestramento da Força Terrestre	- Projeto que demanda coordenação com o Ministério da Defesa (MD) e demais Forças Singulares.
12ª	**Simulador** Integrado ASTROS (SIS-ASTROS) (EPEx)	-
14ª	**Simulador** de Helicóptero Pantera K2	-
Projetos e produtos para aquisição ou contratação de serviços (total de 29 prioridades)		
Prioridade	Nome	Observações

18ª	**Simuladores** do sistema ASTROS (Lançadora Múltipla Universal, Unidade Controladora de Fogo, Posto de Comando e Controle)	- Projeto em desenvolvimento
21ª	Sistemas de **simulação**	- projeto que demanda coordenação com o MD e demais Forças Singulares; e - projeto reavaliado que migrou de desenvolvimento para a aquisição.
22ª	**Simulador** de Tiro de Armas Leves (STAL)	- Projeto em desenvolvimento.

Fonte: o autor, adaptado de Brasil (2019, p 11-55), com grifos do autor.

Corroborando a presença da atividade de simulação no rol das atividades estratégicas da força terrestre, a tabela ilustra que, para a obtenção de capacidades materiais, constam quatro atividades ligadas à simulação entre as 27 prioridades voltadas para a P&D. Já entre as 29 prioridades voltadas à aquisição e contratação de serviços, existem e três ligadas à simulação (BRASIL, 2019, p 11-55).

2.1.3 As interações em Simulação e a P&D

Uma interação entre o EB e os atores do SNI que se configurou como um dos antecedentes do SSEB ocorreu no Simulador para Helicópteros Esquilo e Fennec (SHEFE). O projeto foi desenvolvido entre 2007 e 2011 pelo Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e pela empresa componente da BID Spectra Tecnologia (CAIAFA, 2012, Apud ROCHA, 2017; GALDINO, 2018, p. 133). O resultado foi o primeiro simulador de categoria “voo completo” (*Full Flight Simulator-FFS*) desenvolvido no país. A iniciativa destacou-se pela multidisciplinaridade, pois articulou conhecimentos de variadas áreas da engenharia e coordenou esforços de diversas instituições (ROCHA, 2017).

O principal obstáculo a ser vencido foi a falta do modelo matemático de voo e de componentes da aeronave, negados pela fabricante, empresa do grupo francês Airbus Helicopters que possui estreito relacionamento com fabricantes europeus de simuladores. O modelo matemático foi feito *do zero*, junto ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e o projeto como um todo contou com o apoio do Comando de Aviação do Exército (CAvEX) e do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) da Aeronáutica (VASCONCELOS, 2015).

O risco financeiro aceito pela Spectra foi uma característica peculiar da parceria, pois a empresa foi obrigada a sustentar a continuidade desse projeto em que, do custo total de R$ 16,8 milhões, o poder público repassou somente 44% ao

EB. Obrigada a cobrir com recursos próprios os cerca de R$ 9,5 milhões restantes, o esforço, todavia, gerou expertise em P&D suficiente para que a empresa desenvolvesse outro tipo de simulador, voltado para área diversa da aviação, o Simulador de Tiro para Armas Leves (STAL), com índice de nacionalização de 92% (VASCONCELOS, 2015). Destaca-se que o STAL atende atualmente a demandas das forças armadas (BRASIL, 2019, p. 52) e policiais (ABIMDE, 2018, p. 201).

Os avanços dessas interações possibilitaram ao EB criar na estrutura de sua aviação (AvEx) uma divisão de simulação, aumentando a segurança, padronizando procedimentos e diminuindo gastos com horas de voo. A divisão opera desde 2016 dispositivos de treinamento para voo, para os modelos Fennec e Esquilo e recentemente recebeu o primeiro dispositivo para a aeronave Pantera K2 (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2020).

A interação na atividade de simulação do EB com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) também se traduziu em um caso com desdobramentos importantes. Tudo se iniciou a partir do memorando de entendimento do Estado Maior do Exército (EME) n° 13-088-00/EME, de 2013, assinado entre a universidade e a União, aqui representada pelo Comando do Exército, e este, mais especificamente por seu Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT). Englobava, entre outras ações, o intercâmbio de informações técnicas, pesquisas básica, aplicada e desenvolvimento tecnológico, uso compartilhado de laboratórios e a prestação de serviços especializados (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013, p. 31).

Um dos desdobramentos do memorando foi a interação governo-academia, materializada no projeto do Sistema Integrado de Simulação para o Sistema Astros[2] (SIS-ASTROS), que se iniciou em novembro de 2014. Segundo Florio (2018, p. 63) seu objetivo foi contribuir na modernização da artilharia de campanha do EB, representada pelos meios terrestres de apoio de fogo, com munições complexas e de maior calibre, particularmente os mísseis e foguetes. O funcionamento efetivo deste

---

[2] No Processo de Transformação do EB, em alinhamento com a Estratégia Nacional de Defesa publicada em 2008, foram elencadas novas capacidades, destacando-se a dissuasão extra regional ("dissuadir a concentração de forças hostis junto à fronteira terrestre e às águas jurisdicionais e a intenção de invadir o espaço aéreo nacional, possuindo produtos de defesa e tropas capazes de contribuir para essa dissuasão e, se for o caso, de neutralizar qualquer possível agressão ou ameaça, antes mesmo que elas aconteçam"). A posse de um sistema de apoio de fogo de longo alcance e com elevada precisão é uma das estratégias para se atingir tal capacidade. Diante disso, o Comandante do Exército determinou a elaboração do Programa Estratégico ASTROS 2020, a fim de dotar a força com meios capazes de prestar um apoio de fogo de longo alcance, com elevada precisão e letalidade.

sistema requer que suas unidades pratiquem o Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP) para o cumprimento de missões de tiro.

O projeto absorveu 11 professores e 29 alunos da UFSM no desenvolvimento do sistema de simulação, para desenvolvimento de um simulador virtual para Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP), do *software* para Treinamento Baseado em Computador (CBT, do inglês *Computer Based Training*) e instruções para outros tipos de simuladores virtuais, a serem desenvolvidos pela empresa AVIBRAS, componente da BID. Este resultado trouxe como legado o simulador para o EB e toda a expertise de sua P&D para a AVIBRAS, tudo firmado no escopo do convênio listado acima entre o EB, a UFSM e a supracitada empresa (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013).

Salienta-se ainda que a UFSM também interagiu com o DCT para modernização do dispositivo de simulação viva DSET, utilizado para atividades de adestramento pelo Centro de Instrução de Blindados (CIBld). Esse centro conduz, juntamente com o Centro de Adestramento Sul (CA-Sul), o adestramento de simulação para a quase totalidade das tropas blindadas e mecanizadas do EB, majoritariamente localizadas no Comando Militar do Sul (BRASIL, 2019b).

O convênio contou com uma equipe multidisciplinar da universidade, que compreendeu seis dos 11 professores participantes do Sis-Astros. A interação de atores do SI gerou legado de modernização, permitindo que não se perdesse dinamicidade nos exercícios dos veículos blindados devido à obsolescência do simulador de seus canhões (FLORIO, 2018, p. 77-78). Percebe-se um potencial inovador ao se melhorar uma capacidade militar, ao passo que também se fomentou a pesquisa e o desenvolvimento na naquela IES.

2.2 A Abordagem Sistêmica da Inovação e as Obtenções da Defesa

A inovação é a disponibilização de um produto (seja bem ou serviço), um processo ou método organizacional novo (ou significativamente melhorado) nas práticas empresariais, na estruturação do ambiente de trabalho ou nas relações externas. Há ainda outros tipos de inovações como as de marketing, que não se enquadram nos objetivos deste estudo (OCDE, 2005, p. 55), embora alguns tipos de inovações não ligadas à tecnologia sejam primordiais no setor de defesa, como será abordado nesta seção.

A abordagem sistêmica da inovação é ampla quando comparada a abordagens antecessoras e mesmo contemporâneas, como o paradigma de inovação da Tríplice Hélice de Etzkowitz (2005, Apud GALDINO, 2018, p. 132). Enquanto este trata da ambiência propícia à inovação, com sinergia e complementaridade entre governo, universidades e firmas, o modelo sistêmico problematiza os efeitos da inovação no desenvolvimento econômico. Assim, ao tratar desse campo de estudo da transformação econômica (mudanças industriais e tecnológicas) é necessário especificar claramente os níveis de análise estudados (MURMANN, 2003, p. 14), pois os SIs perpassam ambos os subcampos da economia.

O primeiro, mais específico, é denominado microeconomia, sendo definido como “o estudo de como famílias e empresas tomam decisões e de como interagem nos mercados” (MANKIW, 2016, p. 28). Devido a sua amplitude, os SIs também se relacionam com o desenvolvimento econômico, variável do segundo e mais amplo subcampo, o macroeconômico, que, diferentemente do primeiro, se relaciona aos fenômenos econômicos como um todo (MANKIW, 2016, p. 28).

A teoria microeconômica que enquadra os SIs é a evolucionária, se contrapondo à abordagem neoclássica que lhe antecedeu por não visualizar as firmas (ou organizações) como atores racionais, mas como entes heterogêneos que se valem de diferentes rotinas para alcançar o sucesso. O processo de seleção que difunde as rotinas mais vantajosas através do tecido econômico determina os vencedores da competição entre essa população de atores (NETO, 2018, p. 19).

Diversos fatores, porém, como interações competitivas ou cooperativas nestas alterações de rotinas, ao serem gradualmente selecionadas por seu mérito comparativo dentre um conjunto maior de rotinas (seja de firmas de seu setor ou de competidoras), acabam por impactar a Economia de forma mais ampla, ultrapassando o nível microeconômico. A partir desse ponto, no qual se percebe uma relação micro-mesoeconômica, um instrumento analítico setorial cresce de importância (NETO, 2018, p. 19).

Corroborando com esta visão da inovação sistêmica ultrapassando a abordagem microeconômica, Mazzucato & Penna (2016, p. 6) estudaram o SNI brasileiro, suas potencialidades e fragilidades, com uma ótica mais centrada no papel do Estado: é necessário adotar uma perspectiva de Políticas Orientadas por Missões (POM) para superar os insuficientes instrumentos de “indução pela ciência”. Assim, propõem a utilização de instrumentos financeiros e não financeiros com esforços de

diferentes setores, estabelecendo direções concretas para a economia e implantando a rede necessária (interações) entre agentes públicos e privados relevantes.

Ainda nesta perspectiva, a simples indução por meio da ciência é limitada porque a inovação requer um tipo especial de financiamento. Trata-se de algo paciente, de longo prazo e com a complexa agravante da necessidade de se estar exposto a riscos, advindos de certo grau de experimentações. Assim, é mais eficiente que o Estado traga para si o papel de tomador dos riscos que desestimulam a iniciativa privada, não como uma entidade de capital risco simplesmente, mas fomentando novas relações e estimulando interesses. Se obtiver sucesso em criar uma sensação de copropriedade entre governo, academia e setor privado (rede de interessados) materializará a requerida capacidade de agregação do Estado na criação de consensos (MAZZUCATO & PENNA, 2016, p. 6).

Para Mazzucato (2014, p. 50-51) este “apoio à inovação pode tomar a forma de investimentos em P&D, infraestrutura, capacitação profissional e apoio direto e indireto a empresas e tecnologias específicas”, pregando a combinação das ideias de John Maynard Keynes (1883-1946) e Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) ao invés de sua confrontação. O primeiro prescreve “gastos governamentais para estimular a demanda e estabilizar a economia” e este último recomenda dispêndios públicos nas “áreas específicas que aumentam a capacidade de inovação de um país”.

A versão atual da Estratégia Nacional de Defesa recepciona o preconizado nesta proposta coparticipativa, principalmente para os SMEM de maior complexidade como os simuladores de combate:

> O componente estatal da BID deverá, em princípio, projetar e produzir o que o setor privado não pode fazê-lo de forma rentável no curto e no médio prazo. Dessa forma, o Estado buscará atuar no teto tecnológico, em estreito vínculo com os centros avançados de pesquisa das Forças Armadas e das instituições acadêmicas brasileiras (BRASIL, 2020, p. 42).

As POM propostas por Mazzucato & Penna (2016, p. 7) são mais adequadas à ótica macroeconômica da inovação sistêmica, pois se baseiam em diagnósticos do SI que discriminam os elos existentes, as falhas, os gargalos e os pontos fortes para projetar oportunidades futuras. A depender do resultado deste prognóstico, as POM podem projetar novas instituições e novas conexões no SNI, que objetivam até mesmo “inclinar o campo de jogo” ao invés de nivelá-lo com políticas mais neutras, ou seja, beneficiar seletivamente os agentes que contribuam de forma mais efetiva,

caracterizando uma grande estratégia do tipo Estado empreendedor, no qual o mesmo cumpre o papel de demandante estratégico.

2.2.1 Os Sistemas de Inovação

Os Sistemas de Inovação remontam ao final da década de 1980[3], com os estudos de Chris Freeman e seu grupo de estudos na universidade dinamarquesa de Aalborg, sobre o sistema nacional de inovação japonês (FREEMAN, 1987). A abordagem foi uma alternativa às teorias de competitividade internacional vigentes à época, rigidamente focadas em aspectos de mercado, como o nível geral dos salários e política monetária (NETO, 2018, p. 36). Entretanto, essa formatação inicial, ainda negligenciava fatores mais amplos e dinâmicos, como as interações entre agentes de inovação (universidades e empresas), bem como incentivos públicos e privados à inovação (LUNDVALL, 2010).

A fundação do conceito sistêmico da inovação passou ainda por dois outros pesquisadores na década de 1990 considerados pioneiros, LUNDVALL (1992) e NELSON (1993), expandindo-se para além da temática de competitividade entre os países. O conceito tomou, dessa forma, o direcionamento de que a inovação é um fenômeno de natureza coletiva, que exige interações entre diversas partes para ocorrer satisfatoriamente (NETO, 2018, p.39).

Especifica-se um SI incluindo nele “todos os fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais importantes e outros fatores que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovações[4]” (EDQUIST & JOHNSON, 1997, p. 14, tradução própria). Tais requisitos advertem que a abordagem se refere aos determinantes da inovação e não apenas às consequências (crescimento econômico e nível de empregos) ligadas a mecanismos de mercado. Esses fatores podem ser estudados em contextos de sistemas nacionais, regionais ou setoriais, que coexistem e se complementam ao invés de se contraporem. Os SNI dominaram os estudos iniciais, mas com o tempo as abordagens regional e setorial cresceram de importância (EDQUIST, 2001, p. 50).

---

[3] GODIN (2007, p. 04) afirma que a abordagem sistêmica da inovação remonta à década de 1960, com estudos da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), embora não utilizando precisamente esses termos. Tais estudos provavelmente influenciaram os autores pioneiros.

[4] One way of specifying ‘system’ is to include in it all important economic, social, political, organizational, institutional, and other factors that influence the development, diffusion, and use of innovations.

2.2.2 Componentes dos SIs e Categorias das Inovações

A partir da constatação intuitiva e empírica de que diferentes organizações e instituições são os principais componentes dos sistemas de inovação, cabe deixar claro o que esses atores de fato significam para a abordagem (EDQUIST, 2001a, p. 05). Primeiramente, apesar de existirem mais atores além das organizações, como os indivíduos, os termos “organizações” e “atores” foram utilizados por Charles Edquist indistintamente, para fins conceituais e assim também o serão neste trabalho, por facilitarem sua análise. Assim, as organizações são “estruturas formais, com propósito específico e conscientemente criadas” (EDQUIST & JOHNSON, 1997, p. 47).

As organizações se subdividem basicamente em públicas e privadas (EDQUIST & JOHNSON, 1997, p. 58-59) e como exemplos importantes citam-se os diversos tipos de companhias (fornecedores, clientes ou mesmo competidores), as universidades, as organizações de capital de risco e as agências que executam as políticas públicas de inovação (EDQUIST, 2001a, p. 05). As instituições, por sua vez, funcionam como as regras do jogo (ou de comportamento, conforme NETO, 2018, p. 49) para as interações entre esses atores, podendo se desenvolver de forma espontânea. Diferem das organizações porque, em geral, não se caracterizam por um fim específico (EDQUIST & JOHNSON, 1997, p. 47).

Edquist (2001, p. 49) sustenta que, além dos componentes fundamentais, entender os SIs requer estabelecer distinções entre diferentes categorias de inovações, como a que distingue inovações de processos produtivos (tecnológicos e organizacionais) das inovações de produtos (bens ou serviços) (SCHUMPETER, 1939, p. 759). Tais categorizações são relativas, a depender de do relacionamento de bens e serviços na dinâmica produtiva (um robô é um produto quando produzido, mas um processo quando incorporado à linha de produção).

Franco-Azevedo (2013, p. 325), por sua vez, ao estudar especificamente a inovação no setor de defesa, utilizou também a distinção entre as inovações incrementais, que modificam tecnologias existentes, das de ruptura (ou disruptivas), que quebram paradigmas, trazendo tecnologias com inflexões acentuadas na curva de inovação, algo bastante comum no mercado de defesa.

Esse autor também assinalou como importante a distinção entre as inovações tecnológicas e não tecnológicas. As inovações tecnológicas (inovatec) ofertam algum PRODE ou MEM, aperfeiçoam os processos de produção destes ou trazem algum

bem ou serviço de interesse da defesa. Já as inovações na arte da guerra são do tipo não-tecnológico ou doutrinário (inovadout). Modificam a forma de organização, preparo e emprego para operações de guerra e/ou não-guerra. São particularmente visíveis em tempo de paz, pois abarcam as inovações na forma de gerir e administrar o funcionamento das organizações e infraestruturas militares (FRANCO-AZEVEDO, 2018, p. 147-149).

2.2.3 As Variantes de SIs

Até este ponto foram esclarecidos o enquadramento do nível de análise dos SIs, a evolução desta abordagem desde seus fundadores até os tempos atuais, foram também citados seus principais componentes e as classificações mais comuns das inovações. Desta forma, julga-se pertinente avançar para o detalhamento acerca das variações existentes entre os SIs.

Lundvall (2019, p. 04) observou a multiplicação de diversos novos conceitos na década de 1990: os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) foram os precursores, seguidos dos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) (CARLSSON & STANKIEWITZ, 1991, apud LUNDVALL, 2010, p. 04). Na sequência, surgiu a literatura dos Sistemas Regionais de Inovação (SRI) (COOKE 1996; MASKELL & MALMBERG, 1997, apud LUNDVALL, 2010, p. 04). Por fim, surgiram os Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs), capitaneados por Franco Malerba (BRESCHI & MALERBA, 1997). Variantes recentes incluem os Ecossistemas de Inovação (EI), baseados na ampla possibilidade de acesso à tecnologia disponível na era do conhecimento (AMITRANO et al., 2018, p. 06).

Apesar da gama de variações, não é possível determinar um SI ótimo, pois a abordagem é evolucionária, nunca atingindo um ponto de equilíbrio e permitindo que inovações ocorram em qualquer lugar do sistema e em diferentes graus. Não há como estabelecer uma comparação entre um SI empírico existente e um modelo padrão, pela inexistência desse último. Como alternativa a essa limitação, podem ser comparados os mesmos SIs através do tempo ou diferentes SIs, através do tempo e do espaço (EQUIST, 2001, p. 15; 2011, p. 29). A inexequibilidade para se apontar um modelo universal padrão de SI deriva, portanto, da singularidade que lhe é conferida por sua natureza social (NETO, 2018, p. 42).

Neto (2018, p. 36-37) argumentou que a conformação inicial dos SIs em SNIs se deu porque os resultados inovativos variavam conforme as diferenças de

organizações e instituições em cada país, formatadas em uma delimitação geográfica. Freeman (1987) por sua vez, imprimiu uma abordagem empírica, baseada nos componentes do SNI: indústria, instituições e políticas de coordenação entre os mesmos.

Entre esses fundadores, Lundvall (1992) foi o que apresentou a mais ampla visão do SNI, sendo também o mais dedicado entre os três à formulação de uma fundamentação teórica. Assim, elencou como componentes principais: a fonte da inovação (formal ou empírica); a natureza da inovação (se radical ou incremental); e a importância das instituições e dos mecanismos interativos que vão além das dinâmicas de mercado. O último desses pioneiros foi Nelson (1993), que apresentou estudos empíricos comparativos entre SNIs, enfatizando as interações universidade-empresa como preponderantes nas interconexões entre C&T.

Os STI configuram uma “rede de agentes interagindo numa área econômica ou industrial, sob uma infraestrutura institucional ou conjunto dessas infraestruturas e envolvidos na geração, difusão e utilização de tecnologias” (ANTONELLI & CARLSSON, 1995, p.49, tradução própria). Seus elementos constitutivos se unem com base nas fronteiras espaciais próximas, como as do Estado-nação, mas não obrigatoriamente de forma contínua, como no SNI. O que importa é a constituição de redes dinâmicas, fluxos de conhecimentos e competências ao invés de fluxos de bens e serviços (ANTONELLI & CARLSSON, 1995, p.49).

O STI também se afasta do SNI ao se focar em áreas técnico-industriais específicas, voltando-se mais para a adoção e distribuição de tecnologias que para a geração e distribuição de conhecimento. Adicionalmente, também enfatiza mais as redes de conhecimento e seus blocos específicos de desenvolvimento do que a infraestrutura institucional (ANTONELLI & CARLSSON, 1995, p.49-50).

O SRI é a variante regional do SNI inicialmente desenvolvido, que busca corrigir algumas lacunas não totalmente esclarecidas pela variante inicial, como a necessidade de uma ótica supranacional para os países da União Europeia e seu mecanismo compartilhado de financiamento científico. O SNI também é mais visível em países pequenos, como os escandinavos onde o conceito foi formulado, mas bem menos adequado a países maiores, onde complexos tecnológicos regionalizados compartilham de forma específica suas redes de negócios, transferência tecnológica e o treinamento vocacional, considerados pilares da base conceitual que abriga os sistemas regionais (COOKE, 1996, p. 02-03).

A perspectiva setorial ou SSI evoluiu inicialmente do foco nos produtos ou conjunto de produtos de um setor, para a população de atores que compõem todo o sistema, com ênfase para o protagonismo setorial das firmas. Percebeu-se que na prática o produto é menos importante nessa definição, porque pode sofrer mudanças tão radicais durante o processo dinâmico de inovação que pode até deixar de existir, entretanto, o sistema setorial e ele associado persistirá (NETO 2018, p. 65).

O conceito, inicialmente estruturado por Malerba (2002, p. 250), buscou definir as fronteiras industriais em permanente transformação, de forma mais abrangente (NETO, 2018, p. 63). Sua formatação definitiva definiu o setor propriamente dito como o princípio organizacional fundamental, onde se processam as interações: “conjunto de atividades, unificadas em torno de um grupo de produtos, para atender uma demanda existente ou emergente” (MALERBA, 2004).

Ecossistemas de inovação têm literatura recente e também emprestaram dos SIs a ideia geral de que a tecnologia é um dos principais geradores de inovação, por meio da dinâmica de interações entre seus agentes promotores. Os ecossistemas de inovação, porém, são peculiares ao focar no papel das indústrias como agentes prioritários, ao invés de agentes moldados por seu contexto geográfico. A tecnologia não é um mecanismo catalisador ao longo de um padrão já em desenvolvimento, mas algo disruptivo, ou seja, capaz de modificar severamente o desenvolvimento de um SI (AMITRANO et al., 2018, p. 08).

Encerrando a explanação sobre as variantes dos SIs, julgou-se importante para os objetivos desta pesquisa abordar o Sistema de Inovação no Setor de Defesa (SIS-Def). Trata-se de uma variante mais afeta aos SSI, posto não se prender a uma delimitação espacial geográfica. No mesmo se articulam organizações públicas e privadas, como as agências governamentais, nas quais se destacam as pertencentes às forças armadas. Compõem-no ainda a BID, os institutos de pesquisa e IES, os órgãos de fomento e as leis e normas relacionadas à inovação (FRANCO-AZEVEDO, 2018, p. 149).

O grupo de pesquisa Guerra do Futuro, Inovação e Indústria de Defesa (GFIID) trouxe importantes contribuições teóricas para esse SI, ainda pouco estudado na literatura nacional de estudos de defesa. Como explicado por Franco-Azevedo (2013, p. 132; 2018, p. 148), o GFIID originou-se no Instituto Meira Mattos (IMM) da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), sendo formado por engenheiros militares, oficias superiores das três forças armadas, empresários e alunos das

escolas de alto comando. Com base no Manual de Oslo (OCDE, 2005) o grupo cunhou a seguinte definição para o SIS-Def:

> Conjunto de agentes públicos e privados que, apoiados por fatores de ordem econômica, social, política, militar e organizacional, realizam atividades e interações, contribuindo para a criação, o desenvolvimento, a produção, a comercialização e a difusão das Inovações (tecnológicas e não- tecnológicas) em Defesa (GFIID/ECEME, 2013, Apud FRANCO-AZEVEDO, 2018, p. 149).

O conceito foi posteriormente expandido, recepcionando a importância para a diferenciação no setor de defesa entre as inovações tecnológicas e não tecnológicas, ou doutrinárias:

> "O SIS-Def consiste em um conjunto de agentes públicos e privados que, apoiados por fatores de ordem econômica, social, política, militar e organizacional, realizam atividades e interações, contribuindo para a criação, o desenvolvimento, a produção, a comercialização e a difusão das Inovações (tecnológicas e não- tecnológicas) em Defesa. Dentre esses agentes, destacam-se: as agências e instituições governamentais, em especial, aquelas pertencentes ao Poder Militar, caracterizado pelas Forças Armadas; a Base Industrial de Defesa (BID) e outras empresas ou associações empresariais; os institutos de pesquisa e Instituições de Ensino Superior (IES), militares e civis; as firmas e seus laboratórios de pesquisa e desenvolvimento; os indivíduos (militares, empreendedores, pesquisadores e cientistas); os órgãos de fomento; as leis e instituições normativas que envolvem o sistema; etc.(FRANCO-AZEVEDO, 2013, p. 328)".

2.2.4 A Inovação e o Setor de Defesa

Sob a ótica dos documentos de mais alto nível para o planejamento de defesa (PND e END), este setor é o componente do sistema de defesa do país, responsável pelo preparo e emprego da expressão militar do poder nacional, juntamente com as demais expressões (política, econômica e psicossocial), constituindo-se pelo MD e pelas três forças singulares (BRASIL, 2020, p. 45).

Como defesa e desenvolvimento são interdependentes, caberá a este setor incrementar em sua atuação as potencialidades industriais do país, para fortalecimento do poder nacional. Deste modo, para que o aparato de defesa esteja atualizado com as mais avançadas práticas tecnológicas, deve possuir desenvolvimento científico e tecnológico compatível, o que enseja o fortalecimento de sua BID (BRASIL, 2020, p. 41).

É destacado o papel desta BID dentre os atores relevantes que interagem com o setor de defesa no processamento das inovações. Este agente congrega parte importante do coletivo de indústrias que participam de diversos sistemas e subsistemas de inovação no país e no exterior. Segundo o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN), que teve sua última versão atualizada em julho de 2020:

> A BID é o conjunto de organizações estatais e privadas, civis e militares, que realizam ou conduzem pesquisas, projetos, desenvolvimento, industrialização, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção de produto de defesa (PRODE[5]) no País (BRASIL, 2012, p. 133).

No contexto dessas inovações que estimulam o setor de defesa por meio da BID, Franco-Azevedo (2018, p. 148) chama atenção sobre a importância para esse setor das inovações doutrinárias. Ao salientar essa interdependência entre ambos os tipos de inovações, o autor traz à tona que para a transformação militar a tecnologia não poderá estar dissociada da doutrina e das mudanças organizacionais, fato já recepcionado por potências militares como os EUA.

Mesa (2020, p. 239) discorre sobre como definir este heterogêneo coletivo de indústrias que podem ser classificadas como de defesa. Nesta tarefa, conclui que devem ser pesados, do lado da oferta, os itens inequivocamente vocacionados para segurança e defesa (fragatas e aeronaves de combate). Todavia, no caso de produtos não específicos, como seguros, operações logísticas e sistemas de combate a incêndio, melhor critério passa a ser o volume relativo e o destino específico das operações comerciais serem voltadas para a defesa. Salienta-se ainda os numerosos produtos do tipo *software* e sistemas eletrônicos e de comando e controle, entre os quais serão encontrados os sistemas de simulação.

A BID engloba diversas organizações que participam da inovação sistêmica, e seu conceito não foi inadvertidamente retirado de um documento originário do Ministério da Defesa (MD). O ministério enquadra as forças armadas, organizações nacionais regulares e permanentes, com estrutura formalizada (BRASIL, 1988), que atuam como importantes partícipes da execução das políticas públicas de inovação.

O papel do MD e das forças singulares fica bem caracterizado na Lei n° 12.598 de 22 de março de 2012, a qual objetiva estabelecer normas especiais para as aquisições e desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa, bem como disciplina do Regime Especial Tributário da Indústria de Defesa (RETID). Tal norma busca diferenciar o setor como estratégico (BRASIL, 2012a), corroborando os supramencionados estudos de Mazzucato & Penna (2016, p. 7).

---

[5] Produto de defesa (PRODE): todo bem, serviço, obra ou informação, inclusive armamentos, munições, meios de transporte e de comunicação, fardamentos e materiais de uso individual e coletivo utilizados nas atividades finalísticas de defesa, com exceção daqueles de uso administrativo (Brasil, 2012).

Em países em desenvolvimento, a obtenção das forças armadas tende a configurar um monopsônio em termos de estrutura de mercado. Tal relação comercial ocorre quando o Estado é o único consumidor de PRODE (MARKOWSKY et al., 2010, p.119-120), determinando a demanda e por conseguinte influenciando a oferta (embora nem sempre nesta ordem), situação na qual as inovações têm um papel relevante.

Na proposta brasileira preconizada na END é enfatizado que o componente militar buscará atuar no teto tecnológico, produzindo o que os entes privados não têm como realizar de forma rentável no médio prazo ou não têm interesse em fazê-lo. Para tanto, precisa harmonizar os esforços das ICT das forças armadas e da academia (BRASIL, 2012, p. 42).

O setor de defesa, referenciado no MD se conecta ao SNI por intermédio das três forças armadas. Estas por sua vez, o fazem por meio de suas Instituições[6] de Ciência e Tecnologia (ICT). Adicionalmente, a esses agentes se juntam significativa parcela de outras organizações públicas atuantes no SNI, sejam de caráter técnico como ICT, sejam Instituições de Ensino Superior (IES), como universidades e institutos de pesquisa. Por fim, a essa rede se soma ainda uma variada gama de organizações, como as que formulam e implementam políticas tecnológicas, agências regulatórias, organizações de padronização de normas técnicas e escritórios de patentes (EDQUIST & JHONSON, 1997, p. 58-59).

Para Mesa (2020, p. 238-239), entre os desafios para a BID face aos conflitos futuros se destacam riscos e ameaças concentrados em decisões majoritariamente tecnológicas. Muitas dessas inovações emergentes serão disruptivas e, diferentemente da tendência anterior, virão agora preponderantemente de empresas civis, muitas das quais Pequenas e Médias Empresas (PME).

Nesse contexto torna-se necessária a conjunção de variadas tecnologias para a geração de força, com serviços e produtos que aliem menor custo com maiores funcionalidades. Se por um lado esses requisitos ensejam esforços preponderantemente civis, as forças armadas não perdem um papel relevante. Como já relatado, é interessante que atuem como agentes catalisadores, com benefícios

---

[6] O termo foi usado aqui por ser consagrado pela prática de uso, embora as ICT e IES sejam, conforme o conceito de Edquist & Johnson (1997, p. 58-59) já abordado, organizações e não instituições.

mútuos para a sociedade, cientes desse novo papel do Estado em um cenário em que as tecnologias críticas e duais são majoritariamente civis (MESA, 2020, p. 238-239).

Entretanto, a despeito dos conceitos ideais sobre a inovação e o setor de defesa elencados nesta seção, Galdino (2018, p. 132 e 133) traz um panorama negativo do SNI brasileiro. Contribuindo para um ciclo vicioso que tende a deixar o país na condição de mercado explorável por multinacionais e transnacionais, mero fornecedor de mão de obra barata e exportador de recursos minerais e de commodities, o SNI é ineficiente e pouco consolidado. As consequências negativas são o enfraquecimento da BID, o alongamento dos projetos de P&D de interesse da defesa, o aumento das chances de insucesso desses projetos, a maior dificuldade de se obter autonomia em tecnologias sensíveis e a degradação da qualidade da mobilização industrial.

Possíveis causas são a indisponibilidade de expertise nacional relevante (recursos humanos e insumos) para impulsionar as atividades de P&D, a dificuldade de aproveitamento de tecnologias duais de baixo valor agregado no mercado nacional e outros problemas típicos de um SNI ineficiente. Ampliar a capacidade do SNI estimula o crescimento e o desenvolvimento nacional, tracionando também as oportunidades de sucesso da P&D de PRODE. Para tanto, a melhoria na educação em todos os níveis, o incremento de investimentos qualificados em P&D e o fortalecimento das interações entre academia, indústria e governo foram as principais proposições (GALDINO, 2018, p. 133).

Conclui-se parcialmente que há grande quantidade de atores e funções em um SI e que no caso do SNI brasileiro as interações que articulam esses agentes resultam em um todo de baixa efetividade sistêmica. O conteúdo dos documentos de mais alto nível recepciona a interdependência entre defesa e desenvolvimento. Entretanto, tais intenções não têm se traduzido em fortalecimento da BID e por extensão da segurança nacional em benefício da sociedade.

2.2.5 A Defesa e as Obtenções

Preliminarmente, há que se diferenciar os conceitos de obtenção e aquisição de PRODE, pois os mesmos não são sinônimos na literatura nacional. O sistema de aquisições norte-americano geralmente é a referência para as políticas e estratégias de aquisições da maioria dos países ocidentais, devido a seu grau de consolidação e robustez. Entretanto, observa-se que a tradução da língua inglesa (*acquistion*) pode gerar distorções.

O departamento de defesa dos EUA (*Departament of Defense – DoD*) conta com uma instituição de ensino superior, que organiza cursos e eventos acadêmicos voltados às aquisições de defesa, revelando a magnitude de importância que o país dedica para essa atividade. A Universidade de Aquisições em Defesa (*Defense Acquisition University-DAU*) apoia a qualificação de pessoal especializado em aquisição de PRODE para o *DoD* (MOREIRA, 2011, p. 137).

O Guia de Aquisições de Defesa (*Defense Aquisitions Guidebook-DAG*), produzido pela DAU para auxiliar os decisores, esclarece que para o planejamento das aquisições, necessita-se compreender os ambientes interno e externo em que elas se processam. Para o ambiente interno esse documento prevê a organização, gestão de pessoal e operação de um Escritório de Gestão do Programa (de aquisições) (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2017).

Os três grandes sistemas que suportam a decisão, no que se refere à compreensão do ambiente externo, são os que mais interessam aos objetivos deste estudo, pois um deles aborda as especificidades das aquisições da defesa. São eles: o Sistema Conjunto de Integração e Desenvolvimento de Capacidades (*Joint Capabilities Integration and Development System-JCIDS*); o de Planejamento, Programação, Orçamentação e Execução (*Planning, Programming, Budgeting, and Execution-PPBE*); e o Sistema de Aquisições de Defesa (*Defense Acquisition System-DAS*) (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2017).

O *DAS* é definido como “o sistema de gestão por meio do qual o setor de defesa adquire sistemas de armas, sistemas automatizados de informações, serviços e sistemas de negócios” (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2017). Depreende-se dessa definição e da supracitada configuração geral da estrutura de aquisições, que o *DAS* adquire PRODE sem ater-se a PD&I, que será objeto do trabalho do *JCIDS*.

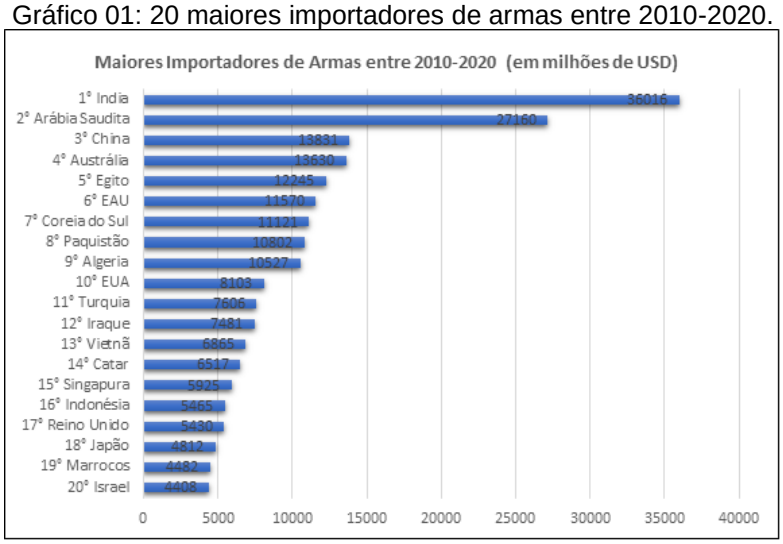
A definição adotada pelo MD e que foi utilizada neste estudo, contida na Política de Obtenção de Produtos de Defesa (POBPRODE), diferenciou essas obtenções em três modalidades: aquisição, desenvolvimento e modernização. Dessa forma, na literatura nacional a obtenção abarcou todas as atividades, incluindo a PD&I. Especificamente, a aquisição significa “compra ou contratação de um PRODE já existente no mercado”; o desenvolvimento abrange “a condução de atividades de PD&I” e a modernização a “modificação introduzida no PRODE com a finalidade de atualizá-lo e readequá-lo às necessidades operacionais” (BRASIL, 2018a, p. 6-7).

Eliasson (2010, p. 233) afirma que nas situações em que um bem ou serviço demandado pelo setor privado não pode ser disponibilizado pelo mercado, seja por incapacidade ou desinteresse, o mesmo pode ser enquadrado como obtenção pública. Esse bem ou serviço deve ainda ser indivisível e impraticável de ser suprido nas quantidades normalmente demandadas, ou capazes de serem pagas individualmente. Por fim, deve também ser não rival e não exclusivo: seu consumo não deve ser capaz de reduzir sua disponibilidade para os outros compradores, ou esta disponibilidade só cessaria com o dispêndio considerável de recursos.

Diversos bens e serviços de defesa se enquadram nessa categoria, pois possuem restrições para obtenção direta no mercado sempre que se julgar necessário (não estão necessariamente armazenados ou prontos “na prateleira”). Os requisitos citados implicam também que, um suprimento que não seja controlável, por conseguinte também não atrairá o interesse da iniciativa privada de investir no mesmo, com o intuito de atender ao mercado (ELIASSON, 2010, p. 233).

Outro aspecto importante para tratar sobre as obtenções da defesa se refere à concorrência. Segundo Mesa (2020, p. 240) essa não tem sido normalmente uma característica da indústria de defesa. A autarquia industrial de defesa, tão defendida por Alexander Hamilton (1775-1804) para a nascente indústria norte-americana do século XVIII, vem perdendo força. O que tem prevalecido é o imperativo de importar tecnologias e sistemas que estão fora do alcance nacional. Isso é realidade mesmo para o maior produtor e exportador mundial, os EUA, que figura entre os 10 maiores importadores entre 2010 e 2020. No gráfico 01 observa-se um exemplo para o caso da importação de armas:

Gráfico 01: 20 maiores importadores de armas entre 2010-2020.



Fonte: o autor, adaptado de SIPRI, 2021.

O grau de concorrência que muitas vezes determina as obtenções em defesa é basicamente dividido em duas vertentes, a nacional e a internacional. Na internacional, conforme Mesa (2020, p. 240), os países do arco do conhecimento, detentores de maior capacidade industrial comparativa, buscam proteger seus mercados, geralmente os mais rentáveis. Para tanto, fazem intenso uso de monopólios e oligopólios para fortalecimento competitivo de suas empresas, inclusive com forte utilização de capital público.

Na vertente internacional se identificam aspectos ligados ao preço, mas também a outros fatores como: magnitude do poder político, econômico e geostratégico de negociação (caso típico dos EUA); o grau tecnológico dos sistemas (caso das tecnologias críticas); o poder das multinacionais; e os acordos de compensação, esses últimos capazes de beneficiar de forma importante países em desenvolvimento que os utilizem corretamente, pois congregam benefícios mútuos para importadores e exportadores (MESA, 2020, p. 240).

As obtenções da defesa necessitam ainda conciliar a manutenção da qualidade operacional com a proteção da BID. O tamanho tamanho ideal dessa base é geralmente proporcional à magnitude do gasto em defesa, tema complexo porque confronta a segurança nacional com as limitações do orçamento público. Para a maioria dos países essa é uma escolha estratégica, pois simplesmente não podem sustentar dispêndios regulares com a P&D maciça, necessária para desenvolver e produzir sistemas de armas. A realidade resultante é a existência de uma hierarquia, com alguns grandes produtores e a maioria dos restantes na condição de importadores de PRODE (DUNNE et al., 2007).

Ao estudar transbordamentos das obtenções públicas da indústria aeronáutica sueca nos anos 1980 e as condicionantes para a viabilidade do gasto em defesa, Eliasson (2010, p. 235) trouxe reflexões importantes para a análise de parcerias em P&D. Contatou-se a alta fecundidade daquela indústria, atuando como uma espécie de “universidade de caráter técnico”. Paralelamente, porém, a nuvem tecnológica transbordante ocorreu por razões que foram além da estimulação centralizada de P&D via subsídios estatais.

Para Gunnar Eliasson, mesmo os SNI (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993) já citados herdaram parte dessas ideias de investimentos seletivos e estratégicos derivadas de Schumpeter. Esses por sua vez, cabe relembrar, substituíram o modelo keynesiano, de controle do crescimento econômico

centralizado no Estado e materializado em um controle mais rígido da demanda (MAZZUCATO, 2014, p. 50-51).

O que Eliasson (2010, p. 236) trouxe como novidade é que as obtenções estatais no modelo citado permitiram que se desenvolvessem e disseminassem serviços úteis para a indústria e surpreendentes qualidades em P&D, superiores inclusive às que as instituições acadêmicas tradicionais apresentavam na época. Tais transbordamentos não se enquadraram na situação de crescimento econômico estável e duradouro, que se seguiu à inovação tecnológica induzida pelo financiamento público de P&D. A explicação para o caso em tela foi além dessa modalidade de incentivo subsidiado.

Discordando parcialmente tanto da lógica linear de Schumpeter como dos modelos econômicos neoclássicos, Eliasson (2010, p. 236) reinterpretou e expandiu aqueles resultados. Julgou existir grande distância a percorrer e, principalmente, altos custos de desenvolvimento a se absorver, entre estímulos de P&D e o lançamento no mercado de produtos úteis e viáveis. Os transbordamentos só melhoraram a tecnologia do produto do recebedor final e, mesmo assim, somente quando o mesmo manteve estreito contato com um cliente avançado (entenda-se qualificado em termos de volume e regularidade orçamentária).

Os transbordamentos se originam de fato, primariamente de investimentos na fase de desenvolvimento dos produtos e, somente a partir daí, foram capturados e direcionados para novos lançamentos, justamente nas empresas mais avançadas. Essas são as firmas de maior expertise tecnológica, qualificadas para atenderem a demandas multidimensionais e complexas como as militares (ELIASSON, 2010, p. 236).

Tais firmas também funcionam na prática como uma espécie de "universidade técnica", por operarem com investimentos mais elevados, tanto em P&D como no conteúdo científico e tecnológico de seus produtos e processos. Foi justamente essa fase, de desenvolvimento dos produtos, que foi subestimada nos modelos estimativos de transbordamentos e crescimento econômico neoclássicos, na interpretação de Eliasson (2010, p. 236).

A consequência deletérea do estímulo estatal centralizado e subsidiado de P&D, conforme levantado por Eliasson (2010, p. 239), não se origina apenas das falhas em se identificar os setores relevantes do setor privado, a serem substituídos pelos gastos públicos. Tal escolha deveria ser a condição necessária a ser satisfeita,

pois é fundamental para a ocorrência dos transbordamentos e de sua nuvem tecnológica. O cerne da consequência negativa do incentivo público mal direcionado é que o mesmo acaba por desestimular o desenvolvimento de P&D no setor privado, ocasionando o chamado subinvestimento.

Os motivos dessa ocorrência precisam ser melhor estudados, mas para Eliasson (2010, p. 239) podem estar ligados à natural pressão de mercado por performance de custo dos PRODE, que desestimula investimentos em P&D na presença de incentivos públicos, bem como da aversão aos riscos de que os investimentos não se traduzam em retornos viáveis, o chamado custo de oportunidade privado.

Essa forma padronizada de subsidiar P&D para diminuir custos de produção diminui a competição e reduz tanto a inovação como a performance de custos entre os produtores. Isso torna na prática tais gastos custosos para a sociedade, desviando-os de sua finalidade. Melhor efeito na visão de Eliasson (2010, p. 239) ocorre com o Estado se engajando na obtenção de bens e serviços públicos demandados pelos particulares, a qual não seria espontaneamente seguida pelo mercado, devido principalmente à aversão aos grandes riscos envolvidos.

Naturalmente ocorre, entretanto, a condicionante de que o Estado, representando o interesse público, se certifique de que os transbordamentos gerados por essas ações sejam efetivamente comercializados. Os produtos e suas funcionalidades precisam ser definidos e convertidos em protótipos, com o contrato de compra podendo ser cancelado caso os resultados não correspondam ao que foi acordado (ELIASSON, 2010, p. 239).

Para Mazzucato (2014, p. 50) é possível mitigar esse gasto para a sociedade por vias contratuais. A autora criticou a injusta tendência do financiamento público no capitalismo moderno, de socializar os riscos, mas privatizar os benefícios. A forma de não lesar o contribuinte e buscar o transbordamento é o Estado representar a iniciativa privada efetivamente, ao criar um mercado que não existiria de outra forma Mazzucato (2014, p. 51). O Estado ocupará a posição de cliente substituto do bem de interesse público, representando a demanda de seus clientes privados, no caso os contribuintes, mas também participando dos ganhos (ELIASSON, 2010, p. 239).

Suportar o surgimento dessa economia empreendedora estimula a espontânea criação dos chamados blocos de competência, que em tese são uma rede de interações altamente qualificada e eficaz. Nessa situação se responde

adequadamente à questão de “como avaliar e medir corretamente as competências do governo como substituto qualificado para a iniciativa privada”, já que certamente há mais entes privados qualificados que públicos (ELIASSON, 2010, p. 239).

Se o risco desse custo de oportunidade é real (substituição ineficaz de um comprador privado por um público), uma boa prática é que o Estado represente os clientes privados, de modo que a produção se mova obrigatoriamente na direção desejada pelos mesmos. O bem ou serviço é desenvolvido e verificado para funcionar exatamente como como demandado e, muitas vezes, tem inclusive sua efetividade sujeita ao teste de mercado. Cumpridos tais requerimentos, não há necessidade de se preocupar com distorções de alocação de recursos no lado da demanda, associadas às práticas tradicionais já citadas, ou mesmo o efeito negativo do subinvestimento privado em P&D (ELIASSON, 2010, p. 239-240).

Discriminando com mais precisão a questão dos custos, para Eliasson (2010, p. 242) as obtenções públicas de produtos avançados têm fraco papel na economia como geradoras de emprego, pois políticas de emprego são problemas completamente distintos. Obtenções desse tipo extraem ou deslocam (*crowding out*) recursos já empregados, para produzir algo demandado e os realocam com vantagens em sua cadeia de valor. Somente a partir daí é que são gerados empregos de mais alta produtividade.

Ao contrário, forçar politicamente as compras públicas para criar empregos localmente, ajudar a economia regional ou mesmo favorecer um fornecedor local, se traduz em baixa preocupação com a qualidade do produto final a ser adquirido. Isso vai de encontro aos requisitos elencados acima e, como consequência, tende a gerar mais baixa intensidade nos transbordamentos (ELIASSON, 2010, p. 242).

Os objetivos desse estudo se alinham às conclusões de Eliasson (2010, p. 244) sobre as obtenções da indústria aeronáutica sueca, pois essas se debruçaram sobre o desenvolvimento e atualização de aeronaves de combate de quarta geração, com maior conteúdo tecnológico em comunicações e computação. Tal condição lhes associa à condição de produto avançado e as aproxima, dos sistemas de simulação, mesmo guardada a distância temporal, porque articularam itens de *hardware* e *software* com alta capacidade de processamento.

A prática continuada de aumento no uso de componentes e subsistemas “fora da prateleira” foi justamente o que ampliou o potencial uso civil dos transbordamentos e reduziu o grau de obsolescência da aeronave sueca como um todo. E tudo isso

porque o mercado tende a ser um fornecedor mais confiável para atualização de sobressalentes compatíveis do que o próprio desenvolvedor, que precisa remanufaturar ou repotencializar peças usadas como sobressalentes (ELIASSON, 2010, p. 244).

Os benefícios já elencados da indústria aeronáutica sueca ocorreram, conforme Eliasson (2010, p. 244), porque a mesma se reconfigurou numa universidade técnica, na qual o conteúdo tecnológico útil repousou mais no elemento de integração sistêmica do que puramente no desenvolvimento tecnológico. Uma aeronave que passou pelos crivos de funcionalidade e de teste de mercado transmite conhecimentos que articulam industrialização e comercialização, possuindo maior valor econômico para a produção civil.

Assim, conforme Eliasson (2010, p. 244) a criação de valor é mais socialmente favorável provavelmente porque essa nova configuração industrial transbordou modernas tecnologias e, principalmente, engenheiros qualificados, com experiência de topo de linha em técnicas de desenvolvimento de produto e manufatura de processos. Como universidade técnica também conseguiu realizar P&D mais aproximada, tanto no desenvolvimento de um produto realmente funcional, como no desenvolvimento do mercado final deste produto.

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 Método Científico e as Ciências Sociais

Conforme Prodanov & Freitas (2013, p. 22) o conhecimento científico se difere de outros tipos de conhecimento por explicar de forma racional um objeto ou evento específico, valendo-se de fundamentação e metodologias formalizadas. Para tanto, se ampara em informações classificadas e previamente submetidas à verificação.

Na classificação das ciências trazida por Gil (2012, p. 03) a multiplicidade de objetos ocasionou a ramificação e a necessidade de se criar mecanismos classificatórios, apesar de nenhum ser plenamente satisfatório. A classificação primária das ciências se dá em duas categorias, as formais e as empíricas, sendo as primeiras as que congregam as entidades ideais e suas relações e as últimas as que tratam de fatos e processos. As ciências empíricas interessam ao estudo em tela por enquadrarem (além das ciências naturais) as ciências sociais. Essas últimas estão

conectadas à abordagem sistêmica da inovação, enquanto parte de um sistema social, conforme observa Neto (2018, p. 40):

> Não existe uma função ou conjunto de funções *ex-ante* que deva ser cumprida pelo SI. Sendo um sistema social, sua função depende do que lhe é atribuído socialmente. Estas funções se alteram ao longo do tempo e de acordo com as necessidades dos agentes que o compõem.

Sobre a cientificidade das ciências sociais em comparação às naturais, Minayo (1994, p. 10-15) ressalta a subjetividade e a especificidade com que aquelas lidam em seu campo de conhecimento. A relação entre pesquisador e campo de estudo se mistura definitivamente, desde a concepção do objeto, permeando os resultados e prosseguindo até sua aplicação. Um método geral, como nas ciências naturais, seria insuficiente para explorar uma realidade tão marcada pela diferenciação. Assim, necessita-se fundar mais em procedimentos que em princípios rígidos.

O método das ciências sociais, todavia, permanece sendo o científico. Na visão de Marconi & Lakatos (2003, p. 83-84), ele conjuga a observação científica ao raciocínio e pode ser considerado a teoria da investigação. Ao observarem que a ciência não pode prescindir do mesmo, o definem como:

> Assim, o método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

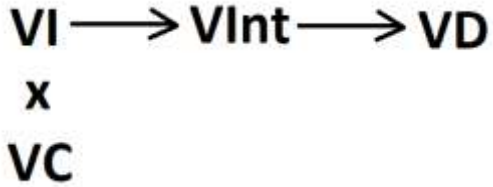
A metodologia de análise neste estudo buscou conectar as interações vigentes em P&D de simulação entre o EB e o agente do SNI academia. Como esse arcabouço teórico trata sobre mudanças econômicas, necessita-se adequar a pesquisa ao nível de análise que melhor se compatibilize com seus objetivos. Como sugerido por Murmann (2003, p. 04), isso pode ser feito ao identificando-se os níveis de análise que se situam acima e abaixo da mesma.

As inovações geralmente derivam de externalizações que tipicamente se processam no nível do subcampo econômico da microeconomia (decisões individuais de consumo das famílias), como detalhado no referencial teórico. Entretanto, a ocorrência de transbordamentos as projeta para além do nível microeconômico, recomendando a necessidade de uma abordagem sistêmica. A função do governo como demandante estratégico, por exemplo, já se processa parcialmente no subcampo da macroeconomia (NETO, 2018, p. 36).

3.2 Variáveis de Pesquisa

Para operacionalizar o problema de pesquisa e seus objetivos derivados, bem como a hipótese que guiou as buscas, julgou-se pertinente elencar as principais variáveis envolvidas. Segundo Van Evera (1997, p. 10-11) estas compreendem principalmente a variável independente (VI) como fenômeno causal e as variáveis dependentes (VD) como fenômenos causados. Relacionam-se com as mesmas as variáveis condicionais (VC), que são cronologicamente anteriores, determinando o grau de interferência ou interveniência da VI nas VD. Por fim, identificou-se as variáveis intervenientes (VInt), que estão obrigatoriamente incluídas na forma como a VI causa as VD, ou seja, a VInt é causada pela VI e causa as VD.

Figura 1: cadeia causal simplificada de relacionamentos entre as variáveis.



Fonte: o autor, adaptado de Van Evera (1997, p. 13).

As variáveis de estudo (VE), entendidas como aquelas cujas causas e efeitos deseja-se entender com esta pesquisa (VAN EVERA, 1997, p. 10-11) são as que conformam as interações em P&D entre o EB e a UFSM e a obtenção de simuladores nacionais, como descrito no quadro 5:

Quadro 5: variáveis de pesquisa.

VI	Demanda do EB por Simulação	Observações
VC	Funcionalidade do SNI	-
	Possibilidades de P&D das IES	-
VInt	Relação civil-militar	-
	Regularidade de fomento	-
	Inovadout (Gestão)	-
	Investimento paciente e de longo prazo (tentativa e erro)	-
VD	Interações em P&D (de simulação) entre o EB e a academia (também VE)	Também VE
	Obtenção de simuladores nacionais (também VE)	Também VE
	Contribuições da obtenção de simuladores na inovação sistêmica	-
	Inovatec	-
	Oferta ao mercado de pessoal qualificado em áreas afetas à simulação	-
VE	Interações em P&D (de simulação) entre o EB e a academia	Também VD
	Obtenção de simuladores nacionais	Também VD

Fonte: o autor, adaptado de Van Evera (1997, p. 13), Franco-Azevedo (2018, p. 148), Edquist (2001a, p. 8-10), Eliasson (2020, p. 234 e 236), Mazzucato & Penna (2016, p. 8-9 e 11-13), Galdino (2018, p. 132-133 e 142).

3.3 Método de Abordagem

O método indutivo se trata de um processo de organização do raciocínio que busca extrair, por inferência, uma verdade generalizada, não contida nos dados das partes anteriormente examinadas. A argumentação indutiva objetiva chegar a conclusões que encerram conteúdo bem mais amplo que suas premissas fundadoras. Entretanto, embora também se fundamente em premissas como no método dedutivo, se difere daquele porquê, em suas premissas, não se detém a certeza absoluta de que sejam verdadeiras. Assim, mesmo que as premissas sejam verdadeiras, as conclusões serão apenas “provavelmente verdadeiras” (MARCONI & LAKATOS, 2003, p. 85).

Para Gil (2012, p. 10-11) o método indutivo é preferível nas ciências sociais, em virtude da restrição do método dedutivo, de partir de argumentos gerais com veracidade inquestionável. Como já explicado, as ciências sociais são permeadas de exceções, mostrando-se a indução mais adequada ao partir da observação de fatos particulares e obter, após a coleta de dados dos mesmos, um produto de generalização, construído a partir da exposição do pesquisador a casos concretos e suficientemente confirmadores.

No presente estudo o método indutivo foi a base para a lógica de investigação, ao se partir de um caso particular de interações ocorridas na atividade de simulação dentro do EB, para viabilizar generalizações válidas. Buscou-se que tais generalizações sustentassem conclusões acerca da obtenção dos simuladores, sob a ótica de análise dos SIs (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

3.4 Métodos de Procedimento

Utilizou-se a sugestão de Gil (2012, p. 15-16) para diferenciar o método de abordagem do método de procedimento. O primeiro se refere às bases lógicas suficientemente gerais e o último aos meios técnicos de investigação. Neste estudo se optou por mesclar os métodos de procedimento observacional e monográfico.

Utilizou-se o método observacional por ser consagrado nas ciências sociais, pois articula-se bem com outros métodos, permitindo a observação minuciosa de fatos passados e em curso. O método monográfico por sua vez, permite o estudo de um caso em profundidade, de modo a inferir conclusões representativas de uma gama de casos semelhantes (PRODANOV & FREITAS, 2013, p. 37). Adicionalmente, como os casos de estudo podem se referir tanto a grupos como a instituições (GIL, 2012, p.

18), esse método facilita conectar um ator do SI como a academia ao EB, por meio de suas interações na atividade de P&D em simulação com este.

3.5 Pesquisa Exploratória

Embora cada pesquisa social tenha um objetivo específico, a classificação de SELLTIZ et al. (1972) que as distingue em três grupamentos tem sido a mais utilizada: “estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos que verificam hipóteses causais”, com a ressalva de que as últimas são também chamadas de “pesquisas explicativas” por GIL (2012, p. 27). Autores como Prodanov & Freitas (2013, p. 51) também adotam a mesma classificação das pesquisas sociais quanto a seus objetivos: exploratórias, descritivas e explicativas.

Neste trabalho se optou por adotar a pesquisa exploratória, por ser voltada para “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2008 p. 27). Vocacionada para proporcionar uma visão geral e aproximativa do problema de pesquisa, esse tipo é habitualmente procedido por meio de levantamentos bibliográficos, documentais e entrevistas não padronizadas. Sua adequação é maior para quando se confronta com um tema de pesquisa ainda subexplorado, acerca do qual é impraticável a formulação de hipóteses mais precisas e operacionalizáveis (GIL, 2008 p. 27).

3.6 Delineamento da Pesquisa

3.6.1 Pesquisa Qualitativa

A pesquisa qualitativa articula o ambiente como fonte direta de informações e o pesquisador como instrumento chave, vinculando o mundo objetivo à subjetividade do ente pesquisado. Não tem a prioridade de efetuar medições, devido à dupla perspectiva de se debruçar sobre dados conscientemente manifestados, mas também aqueles implícitos e subjacentes, que pautaram os questionários dessa pesquisa. Ao atuar nas ciências sociais, buscando dados e informações que se encontram dispersos e expandidos, tende a focar mais no processo e seu significado do que no produto (PRODANOV & FREITAS, 2013, p. 70; SAMPIERE, COLLADO & LUCIO, 2014, p. 10).

A pesquisa qualitativa ainda traz outras características compatíveis com a amostra e os desafios da pesquisa em tela. A mesma cobre amplo espectro de

abordagens, pequeno número de casos ou caso único e grande quantidade de informação (KING, KEOHANE & VERBA, 1994, p. 4-6).

Assim, a pesquisa qualitativa mostra-se compatível com a análise das contribuições da P&D em simulação no EB para a obtenção de simuladores nacionais, sob a ótica do conceito de inovação formulado após a ascensão dos estudos sistêmicos: abrangente, contemporâneo, evolutivo e mutável (NETO, 2018, p. 48-49).

3.6.2 Estudo de Caso

O estudo de caso é um procedimento técnico de investigação, associado ao estudo de um fenômeno contemporâneo, inserido em seu contexto, nas situações em que as fronteiras entre fenômeno e contexto são pouco nítidas. No mesmo também ocorrem: a operação com mais variáveis de interesse do que pontos de dados; o trabalho com fontes de evidência amplas, exigindo cuidados para a convergência dos dados; e a necessidade de se desenvolver previamente proposições teóricas, que conduzam a coleta desses dados (YIN, 2001, p. 32).

Nesse tipo de investigação estuda-se uma unidade de forma minuciosa e profunda, seja essa um sujeito, grupos de indivíduos ou comunidade. As informações coletadas, à luz do assunto de pesquisa e da base teórica, devem possibilitar cumprir os objetivos de uma pesquisa aplicada, voltada para a aplicação desses conhecimentos, generalizados à uma realidade circunstancial (BOAVENTURA, 2004).

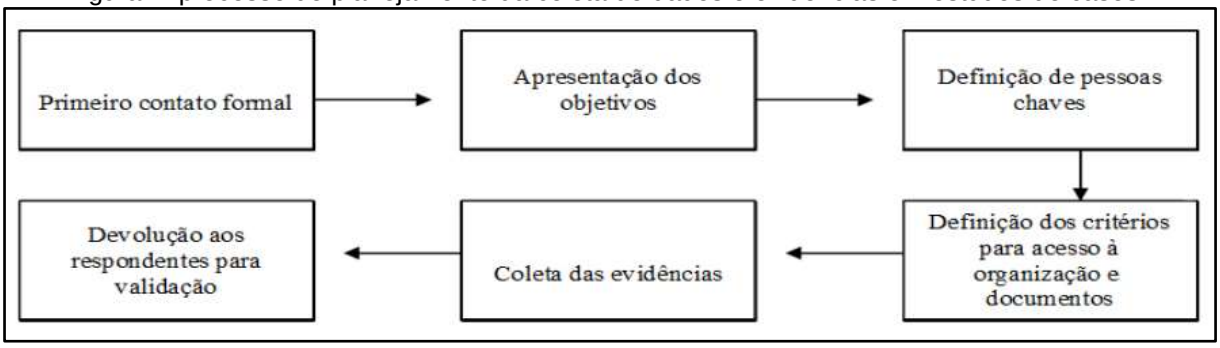
Buscou-se extrair, por meio de um estudo de caso único, sobre a atividade de P&D de simulação entre o EB e a UFSM, tais generalizações, no caso em tela acerca de interações entre esses atores do SI. Observou-se para tanto a ocorrência de maior número de variáveis de interesse (embutidas na elevada rede de relacionamentos que formam as interações) do que de pontos fornecedores de dados (YIN, 2001, p. 32-33). As generalizações facilitaram a compreensão dos mecanismos que permitem a demanda por simulação contribuir na obtenção de simuladores.

O caso representativo em estudo satisfez também às três condições nas quais Yin (2001, p. 24) recomenda o uso dessa estratégia. Primeiramente, da análise dos objetivos específicos a se atingir, se depreendeu que derivam de um problema de pesquisa do tipo “como”. Em segundo lugar, ficou evidenciado o baixo controle do pesquisador sobre os fenômenos comportamentais complexos e interativos que guiam esses atores do SI. Por fim, o impacto da interação na obtenção de simuladores é flagrantemente contemporâneo, desaconselhando uma abordagem histórica.

3.6.3 Instrumentos para Coleta de Dados

Yin (2001, p. 79) alerta que a incorreção na coleta de dados de um estudo de caso pode arriscar a investigação já realizada, incluindo seu projeto e a formulação do problema. Para Freitas & Jabour (2011, p. 15) a coleta é uma das seis etapas para a condução de uma pesquisa: (i) contato formal com a(s) organização(ões) a fim de obter a autorização; (ii) explanação dos objetivos do estudo para as organizações; (iii) definição das pessoas a serem entrevistadas; (iv) definição de critérios para acesso à organização e aos documentos (quais são confidenciais e quais podem ser divulgados); (v) coleta das evidências, por meio de diversas técnicas; e (vi) devolução aos respondentes/organização para validação ou não das evidências coletadas.

Figura 2: processo de planejamento da coleta de dados e evidências em estudos de casos.



Fonte: Freitas & Jabour (2011).

Os contatos formais foram procedidos por e-mail, concentrando-se na EED AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A (áreas Comercial e de Relações Institucionais); no EPEx (autoridade militar que gerencia o PrgEE ASTROS 2020); e no Departamento de Computação Aplicada da UFSM (nas pessoas dos dois gestores dos TED abarcados pelo marco temporal desta pesquisa, desde o ano de 2014).

A partir dos contatos iniciais, os demais foram igualmente por e-mail, mas menos formais, por não se tratarem de agentes finalísticos dos projetos de simulação, como a DSMEM e o CDS (ambos do DCT) e o CIArtMslFgt. Nessa oportunidade foram também apresentados os objetivos, salientado que os questionários não inquiriam sobre temas sensíveis, como segredos industriais. Adicionalmente, foram também comunicadas as pessoas chaves elencadas como respondentes.

Na sequência, os critérios de acessibilidade a esses entes, tratados como participantes do SNI com interfaces com o setor de defesa, foram refinados, à medida que os formulários *online* de questionários foram respondidos. Terminado o processo,

foram conferidos os recibos de mensagem que enviaram os links para os questionários, caracterizando o feedback para cada entrevistado.

Para evitar falhas, foram considerados os requisitos elencados por Gil (2018, p. 108) para os estudos de casos, os quais devem ser procedidos com múltiplas técnicas de coleta de dados, a fim de lhes garantir a profundidade necessária e maior credibilidade nos resultados: “Os estudos de caso executados com rigor requerem a utilização de fontes documentais, entrevistas e observações”.

As fontes documentais são imprescindíveis nos estudos de caso, pois, reúnem informações que podem subsidiar outros instrumentos, como as entrevistas (GIL, 2018, p. 110). Ademais, à medida em que forem sendo disponibilizados, diminui-se a necessidade de interrogatórios, exceto se for interessante que os dados sejam confrontados. Destacam-se entre as principais fontes documentais: (i) documentos administrativos; (ii) publicações em jornais e revistas; (iii) publicações de organizações; e (iv) documentos disponibilizados pela internet.

Segundo Berg (2000, p. 72-73) para que os pesquisadores possam responder suas questões de pesquisa, as entrevistas são o instrumento mais adequado para se aprofundar nas percepções dos entrevistados ou como interiorizaram determinados significados sobre o fenômeno estudado. Todavia, não se constituem na única forma de coleta de dados.

Em contextos restritivos para a operacionalização de entrevistas, como tem sido o ambiente de epidemia do vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) durante esta pesquisa, as questões de estudo tiveram de ser alcançadas por meio do envio de questionários aos atores elencados no SI. Entende-se que a atividade de P&D em simulação entre a academia e o EB seja parte integrante das engrenagens desse sistema, com diversas interfaces com o mesmo.

Salienta-se que os questionários guardam estreita ligação com as características das entrevistas, permitindo aceitável grau de fidedignidade na coleta dos dados, apesar da falta das sensações colhidas presencialmente. Ademais, levando-se em conta o alto grau de especialização dos respondentes, tanto do EB como da academia, optou-se por articular algumas perguntas abertas com conceitos chave, na impossibilidade do contexto pandêmico de se proceder a entrevistas semiestruturadas, altamente requeridas com entrevistados desse nível.

Na estruturação de questionários como instrumentos de coleta de dados, outra questão relevante é a conciliação entre a efetividade desses instrumentos para medir

o que foram dimensionados (validade) e a diminuição do erro de amostragem ao máximo possível (confiabilidade).

Neste estudo partiu-se dos questionários com a escala de pontos de mensuração proposta em 1932 por Rensis Likert, cuja vantagem preliminar é que seu autor conseguiu reduzir o número de pontos de escolha de instrumentos estudados anteriormente, mas mantendo contínuo o sistema de medidas (LIKERT, 1932).

Nessa escala que se popularizou nas Ciências Sociais, particularmente na psicologia, escolhe-se apenas um dentre um número fixo de pontos disponíveis na linha de resposta. As expressões chave de resposta, também denominadas âncoras verbais, têm nas extremidades as expressões “Aprovo fortemente” e “Desaprovo Fortemente” e no centro um ponto neutro. As diferentes formas de montagem desses pontos para mensuração alteram a avaliação psicométrica[7] do respondente. Nesse sentido, geralmente as escalas ímpares e em número de cinco pontos têm sido consideradas as que melhor conciliam confiabilidade, validade, sensibilidade e praticidade. (DALMORO & VIEIRA, 2014, p. 162-163 e 171).

Figura 3: modelo de escala proposto por Rensis Likert.

Fonte: Likert (1932).

A praticidade das escalas de cinco pontos foi particularmente explorada nesta pesquisa, porque no estudo de Dalmoro & Vieira (2014, p. 167), também realizado com amostra não probabilística[8] da UFSM, a mesma se mostrou mais veloz que as escalas de sete pontos, mantendo em média a mesma precisão. Outra recomendação daquele estudo que pesou a favor da escala de cinco pontos é que dois dos fatores subjetivos que tornam a escala mais trabalhosa para os respondentes estão presentes nos questionários em tela: a complexidade do tema e a quantidade de questões, acima de 20 itens.

---

[7] A psicometria é a parte da Psicologia que busca mensurar as características psicológicas dos indivíduos. Ela utiliza os testes psicológicos, que são ferramentas de alta confiabilidade, objetividade e precisão. A ideia é transformar variáveis psicológicas em construtos mensuráveis.

8 Na amostragem não probabilística a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende ao menos em parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador.

Salienta-se que para melhor atender às necessidades desta pesquisa, o modelo supracitado proposto por Likert foi adaptado para uma escala invertida, igualmente bidimensional, mas ao contrário daquela, progressiva. Assim, varia de um sentido negativo do grau de importância de uma proposição, rotulado como “Nenhuma” importância”, em direção a uma extremidade positiva, rotulada como “Muito” importante. O ponto neutro (central) foi trocado de “Indeciso” da escala original por outro que foi denominado como de “Razoável” importância. Em contrapartida, a pergunta passou a ser não obrigatória, para abarcar a necessidade de um ponto neutro, onde o respondente pôde omitir sua resposta.

Figura 4: modelo de escala de grau de importância / relevância.

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

Fonte: do autor, adaptado de Likert (1932).

As adaptações se fizeram necessárias porque os entrevistados se enquadram em uma amostra com apreciável grau de homogeneidade, estando conectados desde 2014 em torno do projeto SIS-ASTROS GMF. Os respondentes do questionário Estado/Academia estão ligados em suas atividades profissionais a um ente da administração pública direta, o EB e a um ente da Academia, a UFSM.

Tem-se assim uma amostra não probabilística por tipicidade, assim definida como aquela que foi escolhida a critério do pesquisador, como um subgrupo de uma população com características específicas, mas passível de ser considerado como representante de toda uma população. Como condicionante, para viabilização de suas características extrapoláveis, o pesquisador necessita ter considerável conhecimento acerca do subgrupo selecionado (GIL, 2008, p. 90-94).

Para o estudo em tela foram entrevistados agentes que possuem ou possuíram enlaces com o SSEB, sendo critério de inclusão a participação nos projetos de simulação desde 2014 até o mês de junho de 2021, término da coleta de dados. Representou a BID a AVIBRAS, Empresa Estratégica de Defesa (EED) credenciada junto ao MD (ABIMDE, 2018, p. 221), a Academia a UFSM e setor público o EB. Este último foi representado por seus departamentos afetos à inovação: o Escritório de Projetos do Exército – EPEx, a Diretoria de Sistemas e Material de Emprego Militar, do Departamento de Ciência e Tecnologia – DSMEM/DCT).

O Questionário A, focando o EB e na academia, foi composto por 25 questões sobre o grau de importância dos projetos, sendo duas abertas. As questões fechadas

contiveram escalas variando de “Muito Importante”, com pontuação cinco, a “Nenhum(a)”, cuja pontuação foi de um. O grau intermediário de “Razoável” teve pontuação três e o ponto neutro, correspondendo a omissão da resposta (não obrigatória), constituiu o valor nulo de pontuação.

Quadro 6: modelo de pontuação da escala de grau de importância / relevância.

Escala	Pontuação
Questão não respondida	0 pontos (nulo)
Nenhum	1 ponto
Pequeno	2 pontos
Razoável	3 pontos
Importante	4 pontos
Muito Importante	5 pontos

Fonte: do autor, adaptado de Likert (1932).

Nas duas perguntas abertas os respondentes puderam acrescentar mais informações, conforme sua vontade e experiência. Tomou-se também o cuidado de efetuar a inversão da escala em cinco das questões fechadas, de forma não sequencial, para evitar que os respondentes tendessem a repetir as respostas de itens anteriores, o chamado efeito *status quo* (DALMORO & VIEIRA, 2014, p. 163).

Julgou-se pertinente o envio do Questionário B para a EED AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A, por se tratar da empresa desenvolvedora do Sistema ASTROS. A empresa tem forte tendência de ser um destino natural dos transbordamentos tecnológicos provenientes de interações que tratem desse sistema de armas. Nos projetos de simuladores participou inclusive de algumas reuniões realizadas no desenvolvimento do SVTat. O questionário foi composto por 26 questões, das quais seis abertas, de modo a melhor aproveitar comentários adicionais desse membro do agente indústria do SI.

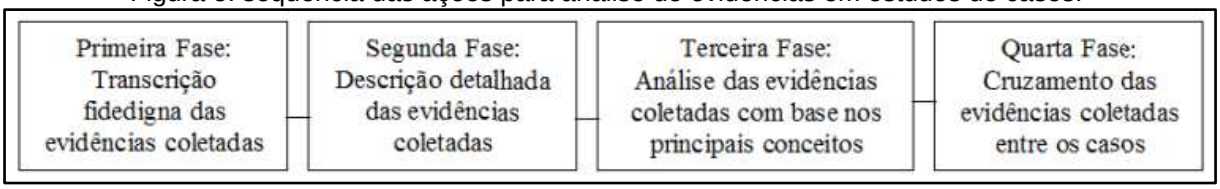
3.6.4 Estratégia para Análise de Dados

Diferentemente de outros tipos de delineamento, a análise e interpretação dos dados em estudos de caso se dá simultaneamente à sua coleta: “A rigor, a análise se inicia com a primeira entrevista, a primeira observação e a primeira leitura de um documento” (GIL, 2018, p. 111). Apesar da multiplicidade dos possíveis enfoques analíticos dificultar um sequenciamento de etapas, dentro de uma estratégia de análise de dados, identificam-se algumas etapas comuns à maioria dos estudos de caso como: codificação, estabelecimento de categorias analíticas e exibição dos

dados. Na sequência, se busca o significado dos dados e, por fim, se investiga sua credibilidade.

Para Freitas & Jabour (2011, p 18-19) a proposta de etapas para essa fase de tratamento dos dados coletados é mais sucinta, iniciando-se já na exibição dos dados, por meio de duas fases iniciais em que os mesmos são transcritos, respectivamente, de forma fidedigna e de forma detalhada. A terceira e mais importante fase consiste na “análise das evidências coletadas, com base nos principais conceitos”, aqui representados pelo arcabouço teórico dos SIs (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 2010; NELSON, 1993). Esta é similar à fase finalística de “busca de significados” proposta em Gil (2018, p. 111). Na última fase, caso necessário, ocorrerá o cruzamento de evidências coletadas.

Figura 5: sequência das ações para análise de evidências em estudos de casos.



Fonte: FREITAS & JABBOUR (2011).

Buscou-se compreender pela análise dessas fontes os vínculos existentes em P&D entre a atividade de simulação no EB e os principais atores do SIs como descritos por Edquist (2001, p. 8-11) e que impactam na obtenção de simuladores. Esse autor inaugura a perspectiva funcionalista da inovação, elencando entre as principais funções e atividades que a determinam em um dado SI: seu desenvolvimento, difusão e uso. Assim, a existência e a performance de um SI podem ser mensuradas pela análise de quão bem servido por tais atividades e funções esse sistema está.

As respostas transformadas em dados numéricos foram exportadas para uma planilha do Microsoft Excel, com o intuito de viabilizar a medição da confiabilidade do questionário por meio do alfa de Cronbach. Esse coeficiente foi publicado por L. J. Cronbach, em 1951 (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010) e consiste em uma escala que varia entre 0 a 1. Considera-se aceitável um valor mínimo de 0,7 (MAROCO & GARCIA-MARQUES, 2006).

A performance dos instrumentos de medida, entretanto, se subordina aos requisitos de consistência e validade, conforme já citado. Assim, a análise de dados

levou em conta as posições psicométricas e datamétricas[9] (MAROCO & GARCIA-MARQUES, 2006. p. 79-80) contidas no Questionário A, o principal da pesquisa. As primeiras relacionam-se à confiabilidade do instrumento e as últimas à confiabilidade de seus escores.

O Alfa de Cronbach, conforme (MAROCO & GARCIA-MARQUES, 2006. p. 80) estima apenas a confiabilidade dos dados obtidos no questionário, ou seja, sua perspectiva datamétrica. Entretanto, essa confiabilidade é afetada, entre outras variáveis, pela precisão do questionário (psicometria). Dessa forma, é preciso levar em conta que a aplicação desse coeficiente como única estimativa está naturalmente propensa a erros. Como apenas a repetição exaustiva de um instrumento desse tipo tende a gerar dados mais confiáveis, o que se pode estimar são intervalos de confiança.

> Sem dúvida alguma, o α de Cronbach é um instrumento útil para a investigação da fiabilidade de uma medida, e por tal permite o estudo da precisão de um instrumento. Contudo, é necessário ter em conta o que este instrumento é, e o que pretende medir, para que o seu uso seja eficaz e não induza a erros. O valor de fiabilidade estimado pelo α não é uma característica de um instrumento. É uma estimativa da fiabilidade dos dados obtidos que nos podem informar sobre a precisão do instrumento (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006. p. 80).

Desse modo, para melhorar a confiabilidade das informações do Questionário A, na impossibilidade de repeti-lo exaustivamente devido às limitações de tempo e acesso às organizações, seus resultados foram cruzados com os obtidos no questionário dirigido à indústria (Questionário B). A fundamentação para tal interseção de informações provém da perspectiva sistêmica das inovações, adotando-se como premissa que as interações estudadas se encontram dentro de um contexto de SNI, dotado de funções sistêmicas componentes (NETO, 2018, p. 18).

Essa perspectiva, como explicado na seção 2.2 do referencial teórico, elenca dentre as principais funções e atividades que determinam a inovação em um dado SI, o seu desenvolvimento, difusão e uso (EDQUIST, 2001, p. 8-9). A P&D entre EB e UFSM, porém, impactou também a indústria, projetando uma nova interação para além do escopo do projeto inicial.

---

[9] Em complemento à psicometria, a perspectiva datamétrica é abordada por Wilkinson (1999, p. 570), ressalvando que um dado teste não pode ser classificado diretamente como confiável ou não confiável, pois apenas os coeficientes de confiabilidade dos dados analisados podem ser comprovados. Assim, é sensato conciliar argumentos tanto da posição psicométrica como da datamétrica.

4. A PARCERIA ENTRE O EB E A UFSM: CONTRIBUIÇÕES PARA A OBTENÇÃO DE UM SIMULADOR NACIONAL

A parceria do EB com a UFSM gerou externalidades importantes, iniciadas em 2013 com o memorando de entendimento que englobava o intercâmbio de informações técnicas, pesquisas básica e aplicada, desenvolvimento tecnológico, uso compartilhado de laboratórios e a prestação de serviços especializados (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013, p. 31).

A parceria é um dos diversos desdobramentos do PrgEE ASTROS 2020, um dos indutores do já citado processo de transformação da força, que visa contribuir com o atingimento da dissuasão extrarregional, beneficiando toda a sociedade brasileira. O programa já gerou mais de 7.000 empregos diretos e indiretos nas áreas de ciência, tecnologia e construção civil, além de inserir o meio acadêmico nos assuntos de defesa, característica que o conecta a essa pesquisa (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019, p. 48).

A busca por geração de capacidades para o EB uniu o mesmo à UFSM, por meio da P&D de projetos como os dos sistemas integrados de simulação para o sistema ASTROS[10], iniciados em novembro de 2014, com objetivo de contribuir na modernização da artilharia de campanha, detentora de meios terrestres de apoio de fogo, como os que utilizam as munições do tipo mísseis e foguetes (FLORIO, 2018, p. 63). O correto funcionamento dessa função de combate terrestre ligada ao apoio de fogo requer que suas unidades pratiquem o Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP) antes do tiro.

Esse projeto em particular, dento do escopo do PrgEE ASTROS 2020, formalizou uma parceria entre o corpo docente e discente da UFSM e o EB, no desenvolvimento de um Simulador Virtual Tático para REOP (SVTatREOP), também denominado “mesa tática”; de simuladores virtuais técnicos (SVTec) para as viaturas responsáveis pela execução e cálculo de lançamento de foguetes do Sistema

---

[10] No Processo de Transformação do EB, em alinhamento com a Estratégia Nacional de Defesa publicada em 2008, foram elencadas novas capacidades, destacando-se a dissuasão extra regional (“dissuadir a concentração de forças hostis junto à fronteira terrestre e às águas jurisdicionais e a intenção de invadir o espaço aéreo nacional, possuindo produtos de defesa e tropas capazes de contribuir para essa dissuasão e, se for o caso, de neutralizar qualquer possível agressão ou ameaça, antes mesmo que elas aconteçam”). A posse de um sistema de apoio de fogo de longo alcance e com elevada precisão é uma das estratégias para se atingir tal capacidade. Diante disso, o Comandante do Exército determinou a elaboração do Programa Estratégico ASTROS 2020, a fim de dotar a força com meios capazes de prestar um apoio de fogo de longo alcance, com elevada precisão e letalidade.

ASTROS; e do *software* de treinamento baseado em computador, relativo a essas viaturas. Esses SVTec e SVTat podem trabalhar de forma integrada, bem como o SVTat pode trabalhar de forma integrada ao simulador construtivo Combater (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013; MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019, p. 50).

Percebeu-se nesse empreendimento sinergia e aprendizado mútuos entre agentes do SI, com externalidades visíveis, como a economia de recursos devido à padronização, tudo isso com criação e difusão de tecnologias nacionais. A interação com o EB abre caminho para a interoperabilidade com as demais forças singulares (Marinha do Brasil e Força Aérea Brasileira), em linha com diretrizes do MD, como a Portaria Normativa nº 1.873-MD, de 20 de junho de 2013, que trata da integração de simuladores entre as Forças Armadas (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2013a, p. 28), estimulando obtenções de simuladores nacionais.

A rede de interações, ao se adensar, incrementa a confiança do setor de defesa na capacidade da indústria e da academia, fortalecendo todo o SNI e criando um ciclo virtuoso de inovação, visto que as inovações retroalimentam o sistema. Uma das repercussões naturais do processo, a obtenção de simuladores desenvolvidos no país, também compôs a hipótese que guiou a busca por explicações para o problema da pesquisa em tela.

A parceria esteve sujeita a contratempos, ligados a irregularidade de repasse de recursos federais da ação orçamentária 14LW (ASTROS-2020). O próprio PrgEE ASTROS 2020 teve em seu planejamento inicial (2012) a previsão de término em 2020, mas diversas reduções nas previsões orçamentárias do PPA e da Lei Orçamentária Anual (LOA) subsequentes obrigaram sua extensão, atualmente com término previsto para 2023, corroborando o negativo alongamento dos ciclos de projetos de P&D de interesse da defesa, como levantado por Galdino (2018, p. 132). A despeito desses óbices, porém, o projeto vem alcançando seus objetivos, com várias entregas, como as quase 30 viaturas do Sistema ASTROS no ano de 2018 (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019, p. 50).

Além disso, foi dada continuidade ao desenvolvimento do projeto de P&D do Míssil Tático de Cruzeiro, com alcance de até 300 km; ao projeto de P&D do Foguete Guiado SS-40 G; e ao projeto de P&D do Sistema Integrado de Simulação ASTROS Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF) (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019, p. 50-51).

Salienta-se que entre as ações do projeto que tiveram de ser reduzidas ou retardadas, como busca de alvos, obtenção de munições, mobiliário, viaturas logísticas ou mesmo o suporte logístico integrado, o SIS-ATROS GMF foi preservado, ou seja, no contexto das medidas mitigadoras para enfrentar os contingenciamentos e cortes, os gestores optaram por preservar esse esforço de P&D (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019, p. 54). Tal continuidade é sintomática acerca da melhora na percepção do EB sobre as potencialidades da obtenção de produtos desenvolvidos por meio de parcerias tecnológicas.

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as contribuições das interações em P&D entre o EB e a academia para a obtenção de um simulador nacional. Esse objetivo por sua vez foi derivado de um problema relacionado a como essas interações, inseridas em um contexto sistêmico de inovação e estimuladas pela demanda por simulação, contribuem para a citada obtenção.

A hipótese que serviu de fio condutor dessa busca é de que interfaces entre um ente da administração pública federal e outro da academia geram um volume de P&D que coopera para a ocorrência das citadas obtenções. Esses entes promotores e suas interações, por sua vez são engrenagens de um SNI mais amplo e complexo, possuidor de múltiplas outras que o tracionam. Justamente nesse ponto, o referencial teórico dos SI permitiu a releitura dessas interfaces, como um ponto de apoio viável para clarificar a hipótese apresentada, guiando o tratamento dos dados.

5.1 Questionário A

Esse questionário foi o principal, voltado à academia e respondido por 32 participantes de projetos de simulação, vinculados ao Sistema ASTROS e distribuídos conforme o quadro abaixo:

Gráfico 02: área atuação dos respondentes ao Questionário A.

Fonte: o autor

As menções do questionário, transformadas em valores numéricos correspondentes e proporcionais, foram transcritas em uma planilha do Microsoft Excel[R]. Dessa forma, foi possível avaliar a confiabilidade do questionário por meio do alfa de Cronbach. O valor encontrado foi de 0,78, ensejando adequado grau de confiabilidade para os dados coletados com o mesmo e analisados a seguir.

Para melhorar a avaliação das respostas fechadas do Questionário A, foram também calculados por meio do Microsoft Excel[R] tanto a média[11] como o desvio-padrão[12] de cada uma das 23 questões fechadas. Os resultados com essas medidas estatísticas básicas foram apresentados na forma de tabelas, em complemento aos gráficos dos escores das respostas. Tratam-se de indicadores de tendência central e dispersão que auxiliam na ilustração do comportamento dos entrevistados.

5.1.1 Questões 01 a 06

As seis primeiras questões sondaram os respondentes sobre a gestão de projeto, buscando entender o ambiente das interações. As duas primeiras questões trataram sobre a percepção dos envolvidos em qualquer das fases e etapas do projeto

---

[11] A Média é uma medida de tendência central que define a média aritmética de uma distribuição. É obtida por meio da razão entre os valores de uma frequência e seu número de casos. Trata-se da medida de tendência central mais comumente utilizada (SAMPIERE, COLLADO & LUCIO, 2014, p.286-287).

[12] O Desvio Padrão é uma medida de dispersão, indicando a média de desvio das respostas em relação à Média. Desta forma, quanto maior for a dispersão dos dados em relação à Média, maior será o valor do Desvio Padrão (SAMPIERE, COLLADO & LUCIO, 2014, p.288).

desde 2014, acerca do grau de importância do investimento público (no caso em tela por meio do EB) e do privado (caso percebido), obtendo-se os seguintes resultados:

Gráfico 03: Questão 01 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Gráfico 04: Questão 02 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 7: resumo de distribuição das pontuações da Questão 01.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,65625	0,653001754
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	0	0		
Importante	8	25%		
Muito Importante	23	71,87%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

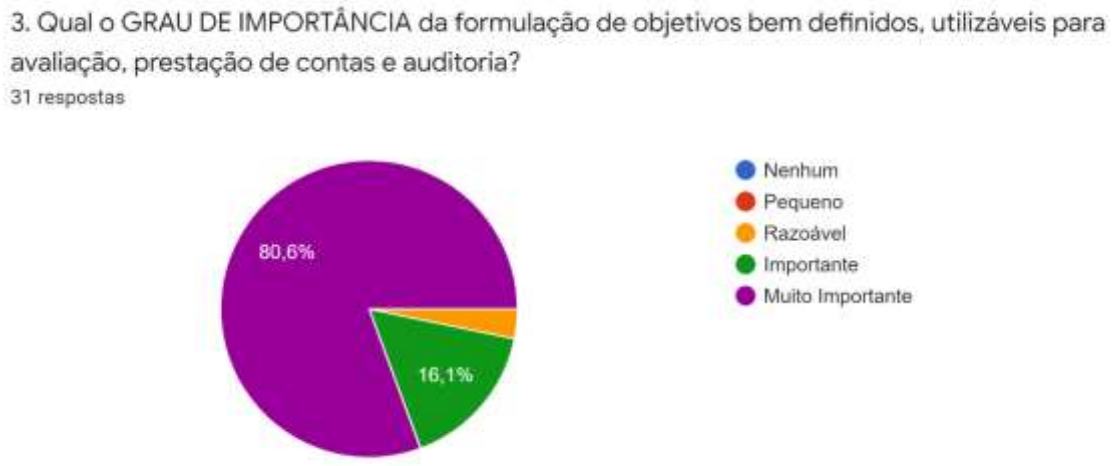
Quadro 8: resumo de distribuição das pontuações da Questão 02.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	1	3,13%	3,8125	1,446631237
Nenhum	3	9,38%		
Pequeno	2	6,25%		
Razoável	2	6,25%		
Importante	11	34,37%		
Muito Importante	13	40,62%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

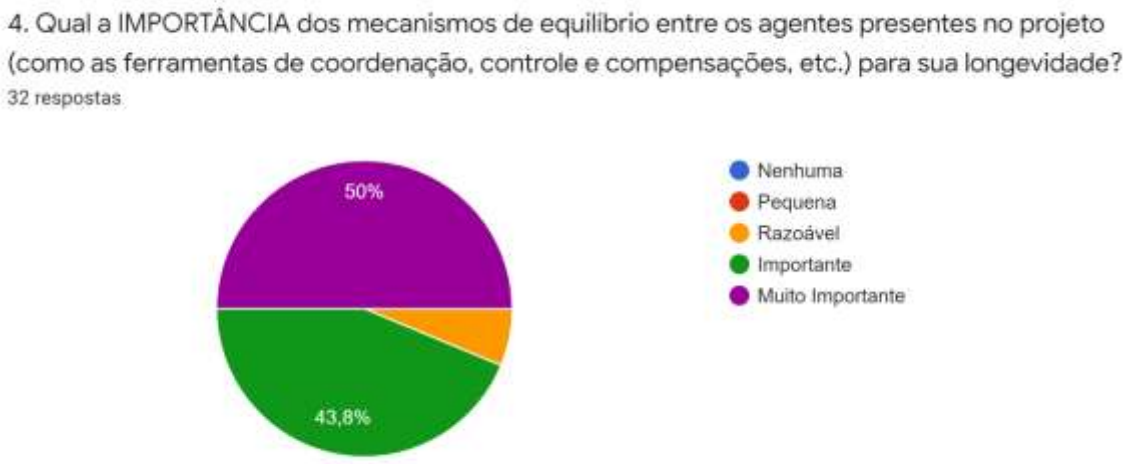
Com objetivo similar às questões anteriores, a terceira e quarta questões buscaram sondar o grau de importância, na visão do participante do projeto de simulação ASTROS, respectivamente para: a formulação de objetivos bem definidos (úteis para avaliação, prestação de contas e auditoria); e dos mecanismos de equilíbrio entre os agentes presentes no projeto para sua longevidade (ferramentas de coordenação, controle e compensações, etc.):

Gráfico 05: Questão 03 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Gráfico 06: Questão 04 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Quadro 9: resumo de distribuição das pontuações da Questão 03.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	1	3,13%	4,625	0,975506485
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	5	15,62%		
Muito Importante	25	78,12%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

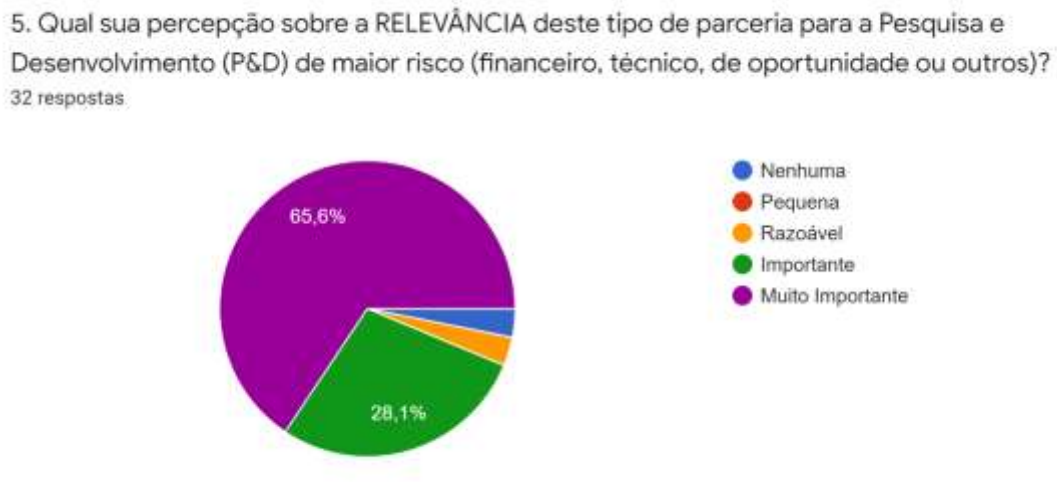
Quadro 10: resumo de distribuição das pontuações da Questão 04.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,4375	0,61892206
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	2	6,25%		
Importante	14	43,75%		
Muito Importante	16	50%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A questão cinco mudou o foco ao se voltar para a natureza da P&D envolvida, particularmente quanto à relevância desse tipo de parceria para a P&D de maior risco (financeiro, técnico, de oportunidade ou outros):

Gráfico 07: Questão 05 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Quadro 11: resumo de distribuição das pontuações da Questão 05.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,53125	0,841825014
Nenhum	1	3,13%		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	9	28,12%		
Muito Importante	21	65,62%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A questão seis iniciou a abordagem acerca da importância do EB nesse tipo de projeto de simulação, como representante de um sistema relevante de demanda pública:

Gráfico 08: Questão 06 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 12: resumo de distribuição das pontuações da Questão 06.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,375	0,793115539
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	3	9,38%		
Importante	11	34,37%		
Muito Importante	17	53,12%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

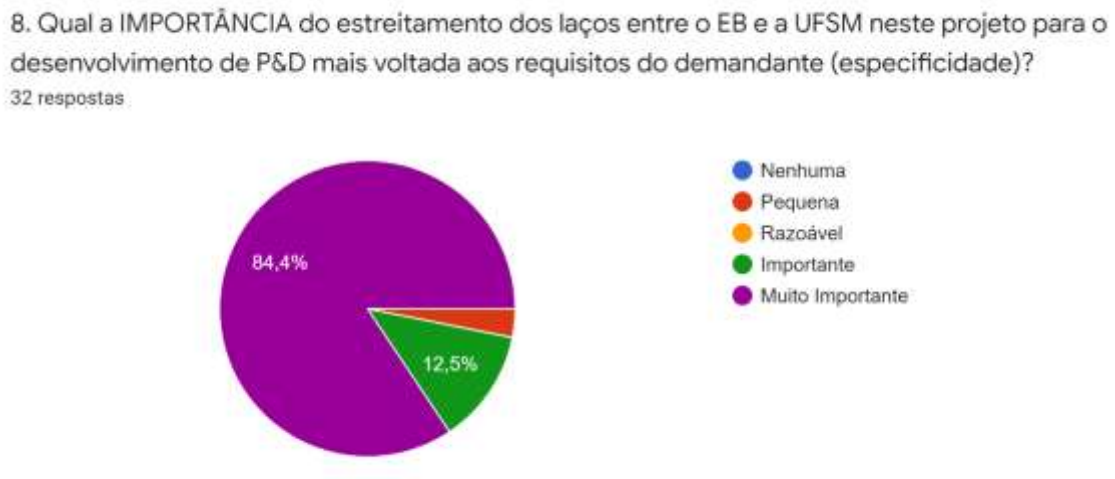
5.1.2 Questões 07 a 09

Nessas três questões buscou-se aprofundar as experiências dos participantes quanto aos tópicos pesquisa, desenvolvimento e educação, elos considerados importantes para a interface de qualquer ente com a academia. As questões sete e oito, objetivaram entender se essa parceria cria condições estáveis para desenvolvimento perene e sustentável de um simulador por empresas do país. Para tanto, trataram, respectivamente, sobre a relevância/importância da PD&I desenvolvida no projeto para ofertar ao mercado pessoal de maior qualificação nas áreas afetas à simulação; e para estreitar laços para desenvolver pesquisa com maior especificidade para o demandante:

Gráfico 09: Questão 07 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Gráfico 10: Questão 08 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Quadro 13: resumo de distribuição das pontuações da Questão 07.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,78125	0,490843579
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	5	15,62%		
Muito Importante	26	81,25%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Quadro 14: resumo de distribuição das pontuações da Questão 08.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,78125	0,608243107
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	0	0		
Importante	4	12,5%		
Muito Importante	27	84,37%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Na questão nove os respondentes foram questionados sobre o grau de contribuição do projeto para o intercâmbio de recursos humanos e técnicos em ações de extensão, ensino, pesquisa e desenvolvimento. Julgou-se que tais atividades também cooperam na sustentação do ciclo de vida de um simulador.

Gráfico 11: Questão 09 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 15: resumo de distribuição das pontuações da Questão 09.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,625	0,707106781
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	1	3,13%		
Importante	7	21,87%		
Muito Importante	23	71,87%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

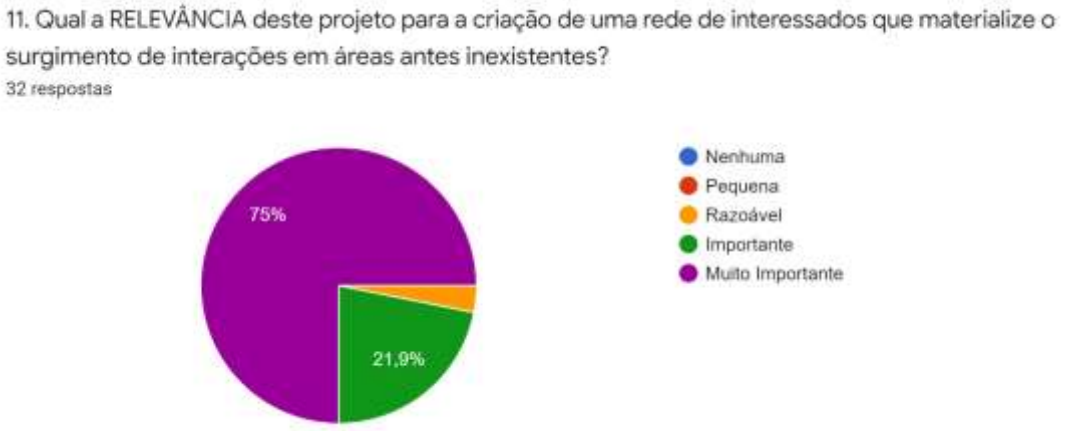
5.1.3 Questões 10 a 14

Nesses cinco questionamentos buscou-se a opinião dos respondentes acerca do grau de importância/relevância das interações entre o EB e a academia. As questões 10, 11 e 12 foram agrupadas poque voltaram-se, respectivamente, para a constituição de uma rede regular de relações; para o surgimento de uma rede de interessados que materialize interações em áreas antes inexistentes; e, por fim, para a promoção de um efetivo diálogo entre os subsistemas/áreas temáticas de “Pesquisa e Educação” e “Produção e Inovação:

Gráfico 12: Questão 10 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Gráfico 13: Questão 11 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Gráfico 14: Questão 12 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 16: resumo de distribuição das pontuações da Questão 10.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,71875	0,522671488
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	7	21,87%		
Muito Importante	24	75%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Quadro 17: resumo de distribuição das pontuações da Questão 11.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,71875	0,522671488
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	7	21,87%		
Muito Importante	24	75%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Quadro 18: resumo de distribuição das pontuações da Questão 12.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,6875	0,535061046
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	8	25%		
Muito Importante	23	71,87%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A questão 13 discorreu sobre o grau de relevância dessa interação para a percepção de um aumento da confiança mútua e/ou da sensação de copropriedade em relação aos progressos obtidos. Tal característica das interações as tornam mais regulares e estáveis.

Gráfico 15: Questão 13 do Questionário A.

Fonte: o autor.

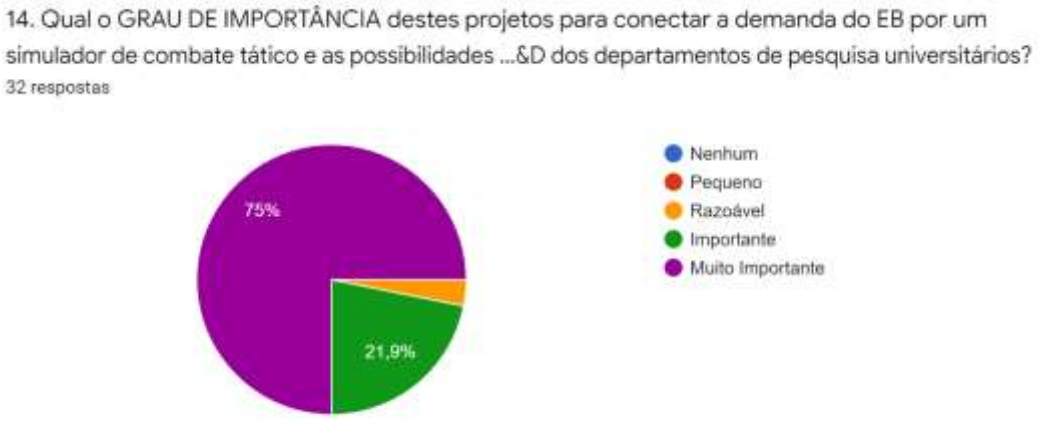
Quadro 19: resumo de distribuição das pontuações da Questão 13.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,6875	0,535061046
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	8	25%		
Muito Importante	23	71,87%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A questão 14 sondou a importância da iniciativa para conectar a demanda do EB por um simulador tático e as possibilidades de P&D dos departamentos universitários, sem a qual dificilmente se concretiza uma obtenção:

Gráfico 16: Questão 14 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Quadro 20: resumo de distribuição das pontuações da Questão 14.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,71875	0,522671488
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	7	21,87%		
Muito Importante	24	75%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

5.1.4 Questões15 a 20

Nessas seis questões os entrevistados responderam a perguntas voltadas ao grau de importância/relevância do projeto para a inovação, sem a qual a obtenção por uma empresa nacional tende a ser preterida em prol de um fornecedor tradicional. Iniciou-se com a questão 15, ligada às tecnologias mais intensivas em P&D, consideradas de teto tecnológico. As respostas estão consolidadas no quadro e tabela abaixo:

Gráfico 17: Questão 15 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 21: resumo de distribuição das pontuações da Questão 15.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,5	0,762000762
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	2	6,25%		

Importante	9	28,12%
Muito Importante	20	62,5%
Total	32	100%

Fonte: o autor.

A questão 16 solicitou aos respondentes que opinassem sobre a importância de projetos como estes para preencher lacunas de conhecimento que inviabilizam as inovações tecnológicas em áreas como *software* e TIC:

Gráfico 18: Questão 16 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 22: resumo de distribuição das pontuações da Questão 16.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,5625	0,61892206
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	2	6,25%		
Importante	10	31,25%		
Muito Importante	20	62,5%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Na questão seguinte foi indagado sobre a importância dessas interações para as atividades de P&D necessárias à inovação, mas que requerem investimento paciente e de longo prazo. Entende-se que tal condição facilita a maturação do ganho de competitividade por empresas nacionais.

Gráfico 19: Questão 17 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 23: resumo de distribuição das pontuações da Questão 17.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,5	0,91581094
Nenhum	1	3,13%		
Pequeno	0	0		
Razoável	3	9,37%		
Importante	6	18,75%		
Muito Importante	22	68,75%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Na questão 18 se buscou saber dos entrevistados a importância em um projeto desse tipo de se estar aberto a experimentações e/ou ao aprendizado por iniciativa e erro, mais um item importante para a maturação da competitividade local:

Gráfico 20: Questão 18 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 24: resumo de distribuição das pontuações da Questão 18.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	1	3,13%	4,125	1,23784412
Nenhum	1	3,13%		
Pequeno	0	0		
Razoável	6	18,75%		
Importante	7	21,87%		
Muito Importante	17	53,12%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A questão 19 solicitou que os entrevistados discorressem sobre suas experiências no projeto que possibilitassem evitar as seguintes falhas do SI: Sobreposição de Responsabilidades entre os Agentes; Descontinuidades de Investimentos; Elevada Burocracia; Recursos Humanos e Técnicos para Inovação definidos da mesma forma que os não Voltados a Inovação; e Atomização no repasse de Recursos, devido ao excesso da competição.

Gráfico 21: Questão 19 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 25: resumo de distribuição das pontuações da Questão 19.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,5	0,762000762
Nenhum	0	0		
Pequeno	1	3,13%		
Razoável	2	6,25%		
Importante	9	28,12%		

Muito Importante	20	62,5%
Total	32	100%

Fonte: o autor.

Por fim, a última pergunta solicitou aos respondentes que se pronunciassem sobre a importância dessa encomenda de P&D do EB à UFSM, para a indução de avanços tecnológicos necessários para o desenvolvimento de um simulador nacional:

Gráfico 22: Questão 20 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 26: resumo de distribuição das pontuações da Questão 20.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,8125	0,470929075
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	1	3,13%		
Importante	4	12,5%		
Muito Importante	27	84,37%		
Total	32	100%		

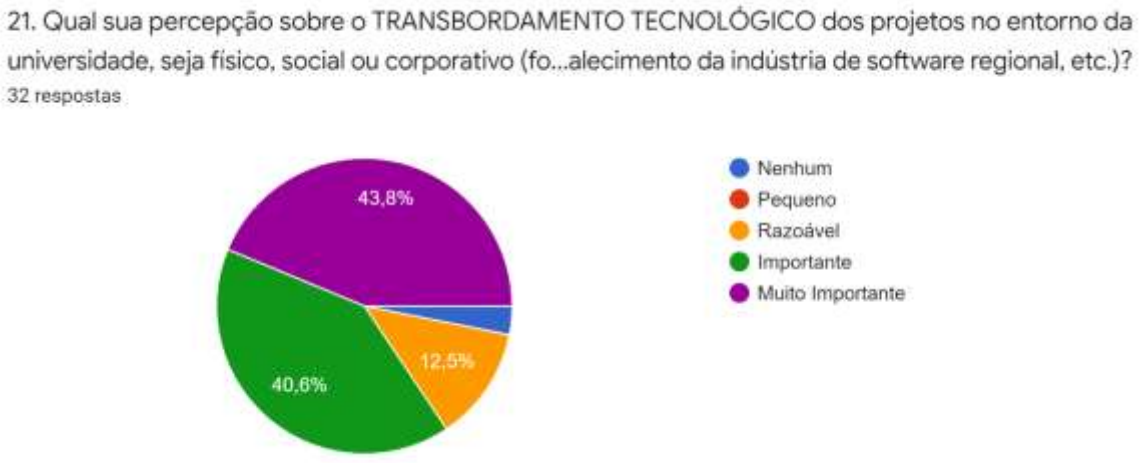
Fonte: o autor.

5.1.5 Questões 21 a 25

As últimas cinco questões do questionário buscaram inquirir sobre as experiências dos entrevistados acerca do tópico de interesse transbordamentos. O mesmo é igualmente importante para avaliar se o SI nacional ou local pode transferir os avanços em P&D para a indústria. Na questão 21 se buscou colher a percepção

sobre o transbordamento tecnológico dos projetos no entorno da universidade, seja físico, social ou corporativo:

Gráfico 23: Questão 21 do Questionário A.



Fonte: o autor.

Quadro 27: resumo de distribuição das pontuações da Questão 21.

Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,21875	0,90640641
Nenhum	1	3,13%		
Pequeno	0	0		
Razoável	4	12,5%		
Importante	13	40,62%		
Muito Importante	14	43,75%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Na questão 22 se quebrou um pouco a dinâmica das perguntas fechadas a fim de permitir que os respondentes aprofundassem aspectos de suas experiências no projeto em uma pergunta aberta. A pergunta se voltou para a investigação dos transbordamentos tecnológicos e/ou de novas pesquisas, fomentados pela interação EB-academia e capazes de impactar em novas obtenções de simuladores nacionais. As respostas foram consolidadas no quadro abaixo:

Quadro 28: respostas abertas da Questão 22.

Respondente	Setor	Resposta
A	EB	Grande possibilidade.
B	EB	Alta possibilidade pois os trabalhos científicos estão constantemente buscando inovações.

C	ACADEMIA	Alta possibilidade.
D	EB	Com a constante evolução doutrinária e tecnológica do Projeto ASTROS e, devido à complexidade do material, torna-se necessário a contínua adaptabilidade dos meios de simulação. Assim, concluímos que novas demandas exigirão desenvolvimento de novas pesquisas em simulação de combate.
E	EB	Alta.
F	EB	Muito importante tendo em vista a ideia empregada de integração entre sistemas de simuladores do Ministérios da Defesa.
G	EB	Pequena. A UFSM criou soluções estanques, pouco genéricas, para o SIS-ASTROS, de modo que o aproveitamento do Simulador Virtual Tático para outros simuladores é muito baixo. O CDS fez amplo estudo para tentar aproveitar a tecnologia desenvolvida para o SIMAF e o resultado foi negativo.
H	ACADEMIA	Há essa possibilidade, entretanto, é necessário que a demanda seja crescente para demais áreas das FAs, caso contrário ficará restrito ao que foi demandado no projeto.
I	ACADEMIA	Existe uma alta probabilidade de ocorrer o transbordamento de novas tecnologias e/ou novas pesquisas em simulação de combate, devido aos seguintes motivos: - Maturidade da equipe de pesquisadores em simulação de combate por meio do desenvolvimento de várias pesquisas inovadoras principalmente nas áreas de geração de mundos virtuais, inteligência artificial e integração entre simuladores; - Sistematização dos processos de software, profissionalizando as atividades de desenvolvimento e pesquisa realizadas pela equipe; - Formação de profissionais com elevado conhecimento na área, devido aos excelentes cursos de graduação e mestrado da UFSM e aos processos de acompanhamento e qualificação executados no projeto.
J	ACADEMIA	Inúmeros militares (de diferentes forças) e civis claramente indicaram que querem esse tipo de simulação virtual-tática

		e simulador para apoiar o desenvolvimento de suas atividades de treinamento e adestramento.
K	EB	A criação desta ilha de excelência em simulação cria terreno favorável à assinatura de novos termos de execução descentralizada para atender outras armas fazendo as adaptações necessárias, visto que o Sml virtual tático já possui diversas ferramentas de interesse comum do EB.
L	ACADEMIA	Muito grande. O nível de conhecimento adquirido pela equipe nos permite o desenvolvimento de outros simuladores, mesmo que em contextos diferentes.
M	ACADEMIA	Muito alta.
N	EB	Grande possibilidade realizamos a “tríplice Hélice” - academia, indústria e Estado
O	EB	A possibilidade é grande. Já se aventam ideias sobre a possibilidade de simuladores utilizando realidade virtual, que podem inclusive simular ações afeitas a manutenção do material Astros.
P	EB	Muito possível e desejável a extensão de produtos similares para outros materiais de emprego militar. Como sugestão de emprego e possibilidades destaco: aplicação em obuseiros blindados, mesas táticas de planejamento de operações e fogos para os grandes comandos e afins.
Q	EB	Seria um ganho considerável, uma vez que poderiam ser verificadas situações particulares que, prioritariamente, devem ser observadas durante atividades de combate simulado.
R	EB	A continuidade é extremamente importante.
S	EB	Com o ritmo atual de fomento o desenvolvimento da simulação nacional tende a ser lento e com baixo progresso tecnológico quando comparado com países desenvolvidos.
T	EB	Acredito que mesmo mantido o atual ritmo de fomento, a possibilidade de transbordar é grande devido o pequeno número de iniciativas desse tipo.
U	EB	Há possibilidade de que isso ocorra a longo prazo, tendo em vista a complexidade logística e administrativa para a criação de projetos inovadores na área.

V	ACADEMIA	Não respondeu.
W	ACADEMIA	Não respondeu.
X	ACADEMIA	Grande e promissora
Y	ACADEMIA	Não respondeu.
Z	ACADEMIA	Elevada.
AA	ACADEMIA	Tem que aumentar.
AB	INDÚSTRIA	Muito importante.
AC	EB	Elevada relevância, pois o desenvolvimento de novas tecnologias de simulação pode ser aproveitado tanto no aperfeiçoamento de material bélico quanto nas suas inovações.
AD	ACADEMIA	Possiblidade razoável.
AE	ACADEMIA	Não respondeu.
AF	EB	Não respondeu.

Fonte: o autor.

Sintetizando os principais argumentos obtidos na questão 22, observou-se a maioria dos respondentes, de ambos os segmentos, opinando que a interação foi positiva no que se refere aos transbordamentos, bem como que nessa área há pequeno número de projetos inovadores. Os transbordamentos colaboram para a tríade proposta por Edquist (2001, p. 9), que traz como principal função de um SI a criação, o uso e a difusão das inovações. Dessa forma, sua investigação é útil na avaliação da qualidade da interação entre o EB e a UFSM, como engrenagem ativa de um SI.

A evolução tecnológica e doutrinária foi citada como desdobramentos dos projetos, bem como o ganho de expertise em interoperabilidade entre os simuladores. A iniciativa criou um tipo de P&D que exigiu criatividade e adaptabilidade, o que traz boas perspectivas de transbordamentos. Ressaltou-se, entretanto, que por depender de volume de pesquisas, os transbordamentos ficam subordinados à continuidade de recursos, algo bastante desafiador.

Em consonância com os achados de Eliasson (2010, p. 244), na opinião dos participantes, esses projetos incrementaram a maturidade das equipes de pesquisadores, com desenvolvimento de variados estudos inovadores, principalmente em áreas como: geração de mundos virtuais, inteligência artificial e integração entre simuladores.

Foram relatados ainda ganhos em áreas como sistematização dos processos de *software*, profissionalizando as atividades de desenvolvimento e pesquisa. A formação de profissionais com conhecimento na área de simulação foi dinamizada ao se aproveitar da estrutura já montada dos cursos de pós-graduação Stricto Sensu da UFSM, também citada como externalidade positiva.

A desejável extensão de produtos similares aos simuladores para outros MEM também impulsiona as possibilidades de transbordamentos. As observações nesse sentido foram ilustradas com sugestões de aplicar tais tecnologias em obuseiros blindados, mesas táticas de planejamento de operações e fogos, bem como na possibilidade de uso da realidade virtual para a simulação de ações afetas à manutenção do material ASTROS.

Houve também críticas, como a que classificou a contribuição desses projetos para a ocorrência de transbordamentos como incipiente. Argumentou-se que o que foi criado pela UFSM foi na prática soluções estanques e pouco genéricas, voltadas exclusivamente para o SIS-ASTROS. Desse modo, o aproveitamento do SVTat para outros simuladores foi baixo, como relatado na tentativa do EB de tentar aproveitar a tecnologia desenvolvida para o SIMAF, com resultados baixos.

Encerrando as observações da questão 22, criticou-se também o baixo ritmo atual de fomento, que ocasiona desenvolvimento lento da simulação nacional, com baixo progresso tecnológico quando comparado com países desenvolvidos. Naturalmente, esse último argumento deve ser pesado na conjuntura de desenvolvimento tecnológico atual e futuro da BID, posto que a comparação com os países do arco do conhecimento é bastante desfavorável tanto para indústria como para a academia locais.

Na questão 23 a opinião acerca da relevância desta parceria para a geração de tecnologias e/ou conhecimentos replicáveis em empresas avançadas de defesa como a AVIBRAS, fabricante do Sistema ASTROS, foi solicitada aos respondentes:

Gráfico 24: Questão 23 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 29: resumo de distribuição das pontuações da Questão 23.

Questão 23				
Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,46875	0,717719282
Nenhum	0	0		
Pequeno	0	0		
Razoável	4	12,5%		
Importante	9	28,13%		
Muito Importante	19	59,37%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

Na penúltima questão, de número 24, os entrevistados foram lembrados que, diante do fato de que poucos bens ou serviços são sofisticados o bastante para se prestar a obtenções públicas, na ausência de demanda suficiente do setor privado, para estimular transbordamentos para o restante do mercado (ELIASSON, 2010, p. 239). Dessa forma, questionou-se se o simulador para o Sistema ASTROS tem características como o emprego dual, de modo a que sua P&D estimule esse tipo de transbordamento:

Gráfico 25: Questão 24 do Questionário A.

Fonte: o autor.

Quadro 30: resumo de distribuição das pontuações da Questão 24.

Questão 24				
Menção	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio Padrão
Não Respondeu	0	0	4,21875	1,069650983
Nenhum	1	3,13%		
Pequeno	2	6,25%		
Razoável	3	9,38%		
Importante	9	28,12%		
Muito Importante	17	53,12%		
Total	32	100%		

Fonte: o autor.

A última questão, de número 25, buscou fechar o questionário com mais uma pergunta aberta, com observações adicionais acerca da experiência dos respondentes nesta parceria para o desenvolvimento de um simulador nacional. As observações foram consolidadas no quadro abaixo:

Quadro 31: respostas abertas da Questão 25.

Respondente	Setor	Resposta
A	EB	A parceria EB-UFSM é um caso de sucesso. Tanto para o EB que tem sua demanda por simulação tática atendida, colaborando para o aperfeiçoamento das instruções ministradas pelo Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, quanto para Universidade que pode formar recursos humanos de alta capacidade técnica valendo-se de pesquisas aplicadas e contribuindo para o

		setor de defesa nacional. A sinergia UFSM-Exército faz desse projeto um exemplo bem sucedido da interação Academia/Governo no campo da P, D & I na atualidade.
B	EB	Não respondeu.
C	ACADEMIA	A encomenda está vinculada a projeto estratégico associado a sistema de armas nacional, logo a parceria tem sido também estratégica para viabilizar o desenvolvimento de simulador com tecnologia nacional. Essa iniciativa, além de produzir o simulador, qualifica pessoas que poderão ser agregadas para desenvolvimento de outros simuladores. O investimento se justifica porque se adquirido de empresa estrangeira, custaria mais caro e geraria dependência tecnológica a longo prazo, ou seja, evasão de divisas e perda de soberania na área de simulação de combate.
D	EB	Não respondeu.
E	EB	O Projeto SIS-ASTROS é, desde sua criação, o melhor exemplo de funcionamento harmônico da tríplice hélice dentro do Exército Brasileiro, gerando tecnologia e conhecimento 100% nacionais, desenvolvendo pesquisas e formando pesquisadores em alto nível e aproximando, definitivamente, o Exército da Academia.
F	EB	A dualidade de emprego do que está sendo desenvolvido no SIS-ASTROS é evidente e real, sendo já utilizado na indústria.
G	EB	O SIS-ASTROS atendeu à demanda solicitada pelo EPEx, porém o prazo de desenvolvimento foi muito longo e o custo muito alto para um produto desse tipo. Não havia necessidade de Pesquisa para o projeto, apenas Desenvolvimento. A inovação tecnológica dos simuladores é irrelevante: apenas pequenas variações em algoritmos de navegação e geração de terreno 3D. Uma empresa privada de desenvolvimento de jogos teria desenvolvido os TBC e o SVTát em bem menos tempo, e por um valor menor. As escolhas tomadas foram frutos da ausência da participação de militares com experiência em desenvolvimento de software de simulação desde o início do projeto.

		A UFSM foi tratada como empresa, para entregar um produto. Levou muito mais tempo e custou mais caro, porque o objetivo de uma universidade e fazer pesquisa, e foi o que eles fizeram enquanto desenvolviam o produto. O ponto mais relevante, ao meu ver, do SIS-ASTROS, foi ter aberto o precedente para o Exército sobre o que é encomendar um simulador, ao invés de desenvolver 100% internamente. A interação com universidades é válida, mas ela deveria receber apenas as atividades de pesquisa, daquilo que não se conhece a solução; o desenvolvimento deveria ser entregue a uma empresa privada. O Brasil tem poucas empresas de simulação e muitas empresas de jogos, que usam tecnologias totalmente aplicáveis aos simuladores militares.
H	ACADEMIA	É importante que o Exército, e demais FAs, façam uso da capacidade intelectual nas universidades brasileiras para o desenvolvimento de tecnologias de seu interesse. Os valores investidos revertem em diversos benefícios indiretos para o país, como capacitação de nacionais em tecnologias avançadas, além de representar um custo final muito inferior se comparado a uma aquisição convencional. Há, entretanto, a componente tempo que deve ser considerada. É necessário ter um pouco de paciência para os resultados aparecerem, mas certamente relação custo-benefício é muito vantajosa para as FAs.
I	ACADEMIA	Até o momento, não tivemos interação nos projetos SIS-ASTROS e SIS-ASTROS GMF com a iniciativa privada, mas esse é um desejo da UFSM. Acreditamos na interação entre a academia - governo - indústria para geração de produtos inovadores, cada organização desempenhando seu papel. Saliento que muitos estudantes que participaram de nossos projetos, hoje, são profissionais altamente qualificados com excelentes colocações no mercado nacional e internacional na área de simulação e/ou jogos.
J	ACADEMIA	Para apoiar o desenvolvimento de sistemas de simulação estratégicos/táticos/operacionais para o Exército Brasileiro,

		eu poderia facilmente citar aspectos relevantes: existe muita experiencia de trabalho em conjunto desenvolvida entre UFSM e EB, e isso deve ser mantido e reusado; existem muitos resultados científicos em técnicas computacionais relevantes para simulação resultantes deste projeto, e a equipe militar/acadêmica do projeto SIS-ASTROS detém esse conhecimento; existe uma equipe multidisciplinar reunida e qualificada de pesquisa e desenvolvimento em simulação militar, o que realmente não eh (sic) simples de reunir; existem muitos sistemas e algoritmos desenvolvidos, testados e já sendo usados pelo EB, os quais podem ser ajustados para outras simulações, entre outros.
K	EB	Entendo que deva ser buscado a continuidade dos TED do EB com a UFSM para que seja mantida a capacidade adquirida sem a evasão dos RH envolvidos no projeto. Entendo que os ganhos aos dois atores são elevados e devem motivar novas iniciativas para prolongar essa parceria.
L	ACADEMIA	Não respondeu.
M	ACADEMIA	Não respondeu.
N	EB	Qualquer tipo de P&D para a indústria militar trará também benefício a outras áreas da economia do país.
O	EB	Tanto a universidade quanto o EB tiveram grandes ganhos no que tange a qualificação do seu pessoal e no incremento de novas tecnologias que puderam ser adquiridas e desenvolvidas no decorrer do projeto.
P	EB	A base de projetos, sistemática de desenvolvimento, pode ser aplicada no mercado civil na gestão de agronegócios, gestão de meio ambiente, florestal, cartográfica, obtendo dados de simulação e realidade aumentada em projetos das áreas citadas, visualizando os efeitos e manejos baseados nos ARCGIS e interagindo com dados satelitais colhidos das bases do SIVAM. Pode-se simular o combate a grandes incêndios, manejo florestal e de fauna a partir de base de dados padrão de comportamentos. Cabe a simulação de catástrofes ambientais e teste das soluções em defesa civil,

		com a abordagem de problemas particulares regionais. São grandes as possibilidades, entretanto são áreas de atuação na maioria das vezes governamentais.
Q	EB	Não respondeu.
R	EB	Simulador virtual do CIArt Mal Fgt e extremamente importante para levar o conhecimento aos alunos com baixo custo e eficiência elevada.
S	EB	Existe uma falta muito grande de convergência de esforços, principalmente no âmbito do EB, no tocante a desenvolvimento de simuladores. Existem diversos sistemas sendo implementados no Exército que não "se falam". Exemplo disso são os simuladores presentes no CA-Sul, CA-Leste, CI Bld, CI Art Msl Fgt e AMAN que operam de maneira independente sem integração. Deveria existir algum departamento que cuidasse dessa integração desde seu desenvolvimento, passando pelos testes até chegar na implementação integrada desses simuladores, abarcando treinamentos que possibilitem o adestramento desde o nível técnico até chegar ao nível tático.
T	EB	N.
U	EB	Nada a comentar.
V	ACADEMIA	Não respondeu.
W	ACADEMIA	Não respondeu.
X	ACADEMIA	A UFSM demonstrou interesse, competência e proatividade durante todo o período que estive a par do projeto. Os ganhos obtidos foram significativos, como por exemplo: o produto simulador foi entregue e satisfez o cliente o que já é acima da média, no contexto de inovação; diversos alunos de graduação, mestrado e doutorado se aproximaram e conheceram melhor as forças armadas e ainda colaboraram para a construção do simulador; esses alunos também foram formados desenvolvendo o simulador, nutrindo uma área escassa no Brasil, como é a área de simulação.
Y	ACADEMIA	Não respondeu.
Z	ACADEMIA	É extremamente importante que seja desenvolvidas parcerias dessa natureza, a fim de estimular a tríplice hélice.

AA	ACADEMIA	Muito Boa
AB	INDÚSTRIA	A interação entre academia, Exército Brasileiro e indústria é extremamente produtiva para o avanço tecnológico do Brasil. O estudo, pela academia, de um problema/necessidade real é um desafio que gera conhecimento, mão de obra qualificada e desenvolvimento tecnológico nacional. A integração com a indústria forma a tríplice hélice que contribui com conhecimento, avanço tecnológico e desenvolvimento do Brasil, além de tornar o país independente de tecnologias estrangeiras.
AC	EB	Não respondeu.
AD	ACADEMIA	Como ex-estudante, o projeto me proporcionou um desenvolvimento pessoal gigantesco que vai muito além do que seria possível em sala de aula.
AE	ACADEMIA	Não respondeu.
AF	EB	Não respondeu.

Fonte: o autor.

Em síntese, observou-se majoritariamente entre os entrevistados na Questão 22 argumentos a favor da possibilidade do transbordamento de novas tecnologias e/ou novas pesquisas em simulação, mantido o ritmo de fomento materializado nesse tipo de parceria. Naturalmente, também houve respostas que trouxeram argumentos mais céticos acerca dessa interação, igualmente relevantes para a pesquisa.

Entre a maioria dos respondentes, partidários de que os projetos de simulação para o Sistemas ASTROS formam um caso bem sucedido de interação Academia/Governo no campo da P, D & I, advogou-se, primeiramente, que em termos da finalidade principal, o produto (simulador) foi entregue e satisfez o cliente, ou seja, a demanda por simulação tática foi atendida. Isso por si só já foi considerado acima da média no contexto recente da inovação nacional.

Notadamente entre os militares integrantes do Centro de Instrução de Mísseis e Foguetes (CIArtMslFgt), foi patente o reconhecimento, como usuários finais, de que o SVTat é na atualidade extremamente importante para levar o conhecimento aos alunos, com baixo custo, eficiência elevada e fidedignidade.

Foi também majoritária a percepção de que essa interação apresenta boa sinergia para que a academia possa formar recursos humanos de alta capacidade técnica, capacitando nacionais em tecnologias avançadas por meio de pesquisas

aplicadas. A parceria foi exitosa em conectar o potencial de capacidade intelectual das universidades às demandas tecnológicas do setor de defesa. Uma pesquisadora da UFSM, por exemplo, ligada ao projeto do SIS-ASTROS, relatou a crença na interação entre a Academia-Governo-Indústria para geração de produtos inovadores, cada organização desempenhando seu papel, bem como o desejo da universidade em estreitar esses laços com a indústria, atualmente incipientes.

Ressaltou ainda que diversos estudantes que participaram desses projetos tornaram-se profissionais altamente qualificados, com excelentes colocações no mercado nacional e internacional na área de simulação e/ou jogos. Essa constatação sinaliza que o transbordamento vem ocorrendo como consequência natural, embora não se possa precisar seu grau de intensidade, alvo para pesquisas mais específicas e aprofundadas.

Aspecto fortemente relevante relatado, a participação de alunos de graduação, mestrado e doutorado da UFSM estreitou os laços entre a tríade governo-academia-empresa, como preconizado pela END (BRASIL, 2020, p. 68). Materializa-se nesse entrelaçamento o fortalecimento da área de C&T de defesa, pois os mesmos cumpriram os múltiplos papéis de se aproximarem, conhecerem melhor as forças armadas e ainda colaborarem efetivamente para a construção do simulador.

Nesse itinerário, os estudantes foram formados desenvolvendo o simulador, nutrindo essa área tecnológica escassa no Brasil que é a de simulação. O relato de um ex-estudante, de que o projeto lhe proporcionou um desenvolvimento pessoal gigantesco, que foi muito além do que seria possível em sala de aula, foi sintomático desses desdobramentos positivos.

Foi relembrado que essa encomenda está vinculada ao PrgEE ASTROS 2020 e, portanto, associada a um sistema de armas estratégico, o que impulsiona sua viabilidade para estimular o desenvolvimento e a obtenção de um simulador nacional. Tal associação corroborou o fato desse empreendimento qualificar pessoas que poderão ser agregadas para desenvolvimento de outros simuladores, valorizando a tecnologia local e justificando o investimento. De modo diverso, a obtenção de empresa estrangeira, mesmo a custo inferior, poderia gerar dependência tecnológica, caso não associada a efetivas estratégias de contrapartidas à indústria nacional.

Para os respondentes do Questionário A o emprego dual deste tipo de tecnologia foi visível, já sendo utilizado na indústria, embora não tenha sido possível aferir tal ocorrência. Foram trazidos exemplos de diversos sistemas e algoritmos

desenvolvidos, testados e usados pelo EB, os quais podem ser ajustados para outras simulações.

Adicionalmente, é possível a aplicação no mercado civil, na gestão cartográfica do agronegócio, de áreas florestais e do meio ambiente em geral, obtendo-se dados de simulação e realidade aumentada para soluções aplicáveis a tais áreas. Os efeitos podem ser visualizados em *softwares* como o ARCGIS13, interagindo com dados satelitais colhidos de bases como o SIVAM. Assim, é possível simular o combate a grandes incêndios, o manejo florestal e da fauna a partir de base de dados de comportamentos padrão. Cabe também para a simulação de catástrofes ambientais e teste de soluções de defesa civil, com a vantagem de se abordar as particularidades de problemas regionais.

Também foi relatado como aspecto positivo a relevância desse tipo de projeto ter aberto o precedente para o EB adquirir um tipo ainda raro de expertise na administração pública: a encomenda de um simulador ao invés de desenvolvê-lo internamente. Nessa jornada se reuniu muita experiência de trabalho conjunto de gestão, governança e P&D com a UFSM, consubstanciada em resultados científicos e técnicas computacionais relevantes para a simulação. A equipe militar/acadêmica se qualificou devido à retenção de conhecimento multidisciplinar de P&D em simulação militar, algo bastante complexo de ser reunido como foi e que necessita ser resguardado por eficiente gestão do conhecimento.

Cabe ainda destacar outros argumentos apresentados pelos respondentes que carecem de maior investigação para sua efetiva comprovação. Primeiramente, como já relatado, não se sabe precisamente que tipo de tecnologias específicas o projeto transbordou para empresas, nem quais foram essas empresas, o que seria compatível com estudo mais aprofundado de mapeamento desses transbordamentos, à medida em que sejam confirmados. Entretanto, deve ser pesado nesse sentido o fato de que ao irradiar engenheiros qualificados ou estudantes, é natural que algumas das práticas, conhecimentos e experiências também sejam disponibilizadas e absorvidas pelo mercado.

Tais mecanismos de espraiamento são complexos e ultrapassam o estudo de inovações, mas certamente também cooperam no desenvolvimento dos produtos,

---

[13] Família de *software* baseado em nuvem (cliente, servidor e serviços de sistema de informações geográficas), para criar e compartilhar mapas da web interativos, desenvolvidos e mantidos pela empresa Esri (Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/home>. Acesso em 30 out. 2021).

como o aprender fazendo, utilizando, interagindo e reunindo rotinas e bases de dados das empresas. Em suma, essas interações entre diferentes organizações, aqui procedidas por meio de recursos humanos qualificados pela UFSM, com recursos advindos do Estado por meio do EB, moldam processos de aprendizado que são a base para o desenvolvimento das inovações (LUNDVAAL, 2001, p. 6 e16).

A afirmação de que esse tipo de tecnologia é menos dispendiosa quando desenvolvida internamente do que quando comprado no estrangeiro merece maiores análises. Em termos de preço de obtenção, um simulador pode sair ao comprador nacional por preço maior do que o adquirido de fornecedor externo, historicamente mais qualificado em sua pesquisa, desenvolvimento e comercialização. Entretanto, o que certamente se perde nesse caso não é uma vantagem comercial, mas a prática do desenvolvimento autóctone (expertise), que pode gerar P, D & I em todo o ciclo de vida do simulador, desde sua concepção até seu desfazimento.

Quanto aos aspectos negativos reportados pelos entrevistados, primeiramente ficou claro que esse tipo de interação, oriunda de uma parceria para obtenção por meio de P&D, é um empreendimento lento. A paciência necessária advém de diversos fatores, como a necessidade de se acionar mecanismos de inovação dependentes de aprendizagem por tentativa e erro, bem como lacunas de conhecimento na área de gestão de projetos. Desse modo, foi criticado o fato de que o desenvolvimento do simulador se deu com prazo muito longo e com custo considerado muito alto para um produto desse tipo.

Um dos argumentos mais céticos quanto aos resultados dos projetos relatou que não havia necessidade de pesquisa, apenas desenvolvimento e que a inovação tecnológica dos simuladores foi irrelevante, resumindo-se apenas a pequenas variações em algoritmos de navegação e geração de terreno 3D. Nesse caso, uma empresa privada de desenvolvimento de jogos teria desenvolvido os TBC e o SVTat com menores tempo e custo.

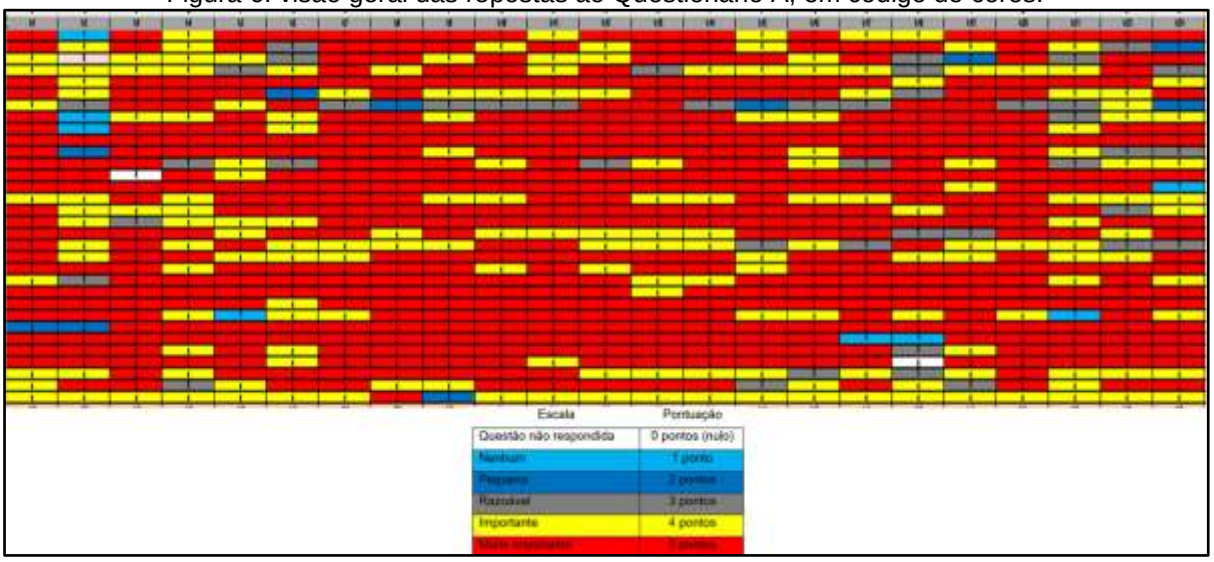
Prosseguindo na crítica, o respondente trouxe o argumento de que foi uma falha tratar a UFSM como empresa para entregar um produto. Tal escolha ocasionou o incremento de tempo e custos, pois o objetivo de uma universidade é fazer pesquisa, o que de fato foi executado enquanto desenvolviam o produto. Por fim, complementou seu ponto de vista dizendo que as escolhas tomadas foram devido à ausência da participação de militares com experiência em desenvolvimento de *software* de simulação, desde o início do projeto.

Os achados nessas críticas corroboram o preconizado na PND e END (atualizada em 2020), de que o componente estatal deverá recobrir apenas o que o setor privado não pode ou não tem interesse em executar até o médio prazo, cabendo aos centros avançados de pesquisa das forças armadas (e seus intermediários) atuar em estreito relacionamento com as instituições acadêmicas brasileiras, apenas nas tecnologias críticas, de teto tecnológico (BRASIL, 2020, p. 42).

Nessa ótica, instituições acadêmicas como a UFSM têm melhor aproveitamento ao receber somente as atividades de pesquisa, daquilo que não se conhece a solução, devendo o desenvolvimento ser entregue a uma empresa privada, em concordância com o observado em uma das repostas, de que o Brasil tem poucas empresas de simulação e muitas empresas de jogos, que podem ser acionadas em demandas do tipo, pois usam tecnologias totalmente aplicáveis aos simuladores militares.

Como síntese das respostas ao Questionário A, a Figura cinco ilustrou no formato de matriz com códigos de cores as respostas mostradas nos quadros dessa seção. Na mesma é possível observar a tendência majoritária, na percepção dos respondentes, de relevância das interações ocorridas no âmbito dos projetos de simuladores para o Sistema ASTROS.

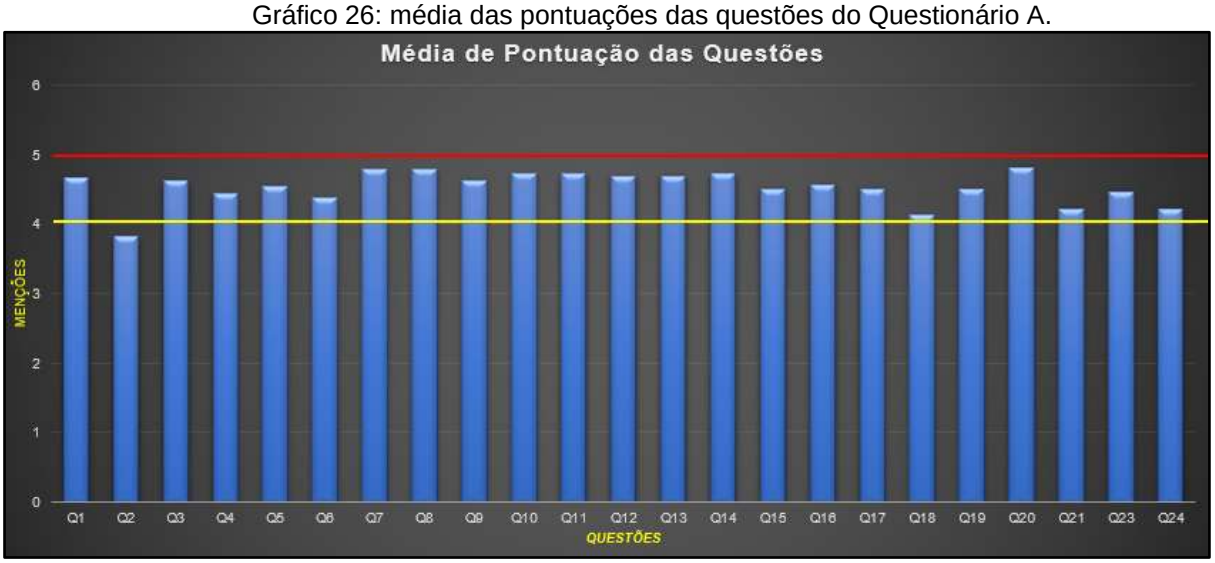
Figura 6: visão geral das repostas ao Questionário A, em código de cores.



Fonte: o autor.

Por fim, o gráfico 23 buscou ressaltar (linhas amarela e vermelha) os achados das respostas em relação às médias de valor quatro (Importante) e cinco (Muito Importante):

Gráfico 26: média das pontuações das questões do Questionário A.



Fonte: o autor.

5.2 Questionário B

O Questionário B, distribuído à empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A, teve como objetivo complementar o Questionário A, sondando se a produção, difusão e utilização das inovações oriundas da interação entre o EB e a UFSM foi perceptível na indústria. A empresa e sua rede de relacionamentos são o destino mais provável para o desenvolvimento do simulador em escala comercial. O setor responsável pelas repostas foi o Departamento Comercial e de Relações Institucionais.

5.2.1 Questões 01 a 06

As seis primeiras questões buscaram as percepções da empresa desenvolvedora do ASTROS sobre os principais tópicos de governança dos projetos de desenvolvimento de simuladores entre o EB e a UFSM. A governança desses projetos contém informações úteis acerca da qualidade das interações. A empresa participou de várias reuniões, estando a par dos mesmos, embora não seja signatária de nenhum de seus TED.

Na 1ª Questão, sobre a percepção empresarial do grau de importância do investimento público, por meio das demandas do EB, no desenvolvimento de sistemas de simulação, a reposta foi “Muito Importante”.

Na 2ª Questão, sobre o grau de importância do investimento privado, induzido pelas necessidades do mercado de defesa nacional e internacional, no desenvolvimento destes sistemas, a reposta foi “Muito Importante”.

Na 3ª Questão, sobre o grau de importância observado nesse tipo de projeto da formulação de objetivos bem definidos, utilizáveis para avaliação, prestação de contas e auditoria, a reposta foi “Muito Importante”.

Na 4ª Questão, sobre a importância dos mecanismos de equilíbrio entre os agentes presentes (como as ferramentas de coordenação, controle e compensações, etc.) para a longevidade do projeto, a reposta foi “Muito Importante”.

Na 5ª Questão, sobre a percepção da empresa sobre a relevância deste tipo de parceria para a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de maior risco (financeiro, técnico, de oportunidade ou outros), a reposta foi “Muito Importante”.

A 6ª Questão teve uma breve introdução, sobre estudos de (ELIASSON, 2010, p.38), que discorre que muitos países carecem de uma autoridade central, capaz de atuar tanto como representante pública, como substituta qualificada da demanda privada (quando esta não existir ou for insuficiente), por bens e serviços capazes de gerar transbordamentos tecnológicos. Sem os transbordamentos os ganhos podem ficar estanques, caracterizando uma falha do SI em transpor esses achados para a escala industrial que permita obtenções perenes e emprego dual.

Considerando que a área de simulação é intensiva na integração de sistemas e eletrônica e, portanto, apta a gerar tais transbordamentos, perguntou-se qual a importância do EB, como representante de um sistema relevante de demanda pública. A reposta foi que o EB é “Muito Importante”.

5.2.2 Questões 07 a 14

Nas questões 07 a 14 buscou condensar a opinião da AVIBRAS os tópicos Pesquisa, Educação, Desenvolvimento e Inovação, pela sua relevância para analisar a qualidade da interface entre a academia e outros entes do SI.

Iniciando-se pela 7ª Questão, questionou-se qual a relevância das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) neste tipo de parceria para a melhoria da qualificação de pessoal na AVIBRAS, cuja resposta foi: “Muito Importante”.

Na 8ª Questão a mesma pergunta foi estendida para o aumento da oferta deste pessoal qualificado no mercado, em áreas tecnológicas afetas à simulação (incluindo a AVIBRAS e parceiros), cuja reposta foi: “Muito Importante”.

Na 9ª Questão perguntou-se qual a importância do estreitamento dos laços com o EB e a Academia para a execução de P&D mais próxima dos requisitos do demandante, obtendo-se como resposta: “Muito Importante”.

A 10ª Questão perguntou qual o grau de contribuição deste tipo de projeto para o desenvolvimento de tecnologias consideradas críticas, obtendo-se como resposta: “Muito Importante”.

Na 11ª Questão, questionou-se sobre qual a percepção acerca do grau de importância deste tipo de projeto para preencher, pelo menos parcialmente, as lacunas de conhecimento que inviabilizam as inovações tecnológicas em áreas como eletrônica, software e Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC). A resposta da empresa variou ligeiramente para baixo em relação às anteriores, caracterizando sua percepção como: “Importante”.

Na 12ª Questão, o questionamento foi acerca do grau de importância do desenvolvimento deste tipo de iniciativas para estimular as atividades de P&D necessárias à inovação, mas que requerem investimento paciente e de longo prazo. A resposta foi igualmente classificada como “Importante”.

Na 13ª Questão se questionou sobre o grau de importância de uma parceria com um ente público para que a empresa possa aumentar a exposição ao risco em atividades de P&DI, cuja resposta foi “Muito Importante”.

Nessa altura do questionário, foi realizada uma pergunta aberta, variante da anterior (Questão 13.1), sobre se caso a empresa tenha julgado esta importância pelo menos “Razoável”, qual sua avaliação sobre a necessidade de se realizarem experimentações e/ou ao aprendizado por iniciativa e erro em atividades de PD&I. A pergunta não foi respondida.

Na 14ª Questão indagou-se sobre o grau de importância de iniciativas como esta para promover a parceria necessária entre os agentes públicos e a BID, de modo a evitar qualquer uma destas falhas do Sistema de Inovação: i) Sobreposição de Responsabilidades entre os Agentes; ii) Descontinuidades de Investimentos; iii) Elevada Burocracia; iv) Recursos Humanos e Técnicos para Inovação definidos da mesma forma que os não voltados a Inovação; e v) Atomização no repasse de Recursos, devido ao excesso da competição. A resposta foi: “Muito Importante”.

5.2.3 Questões 15 a 20

As questões de 15 a 20 voltaram-se para o entendimento das interações com o EB. Buscou-se aprofundar a visão da empresa sobre esses pontos considerados como de tangência ou interfaces entre a indústria e um ente público, representado por uma força armada singular.

A 15ª Questão sondou qual a importância deste tipo de interação para o estabelecimento de uma rede regular de relações, capaz de convergir esforços para o desenvolvimento de sistemas de defesa complexos, obtendo-se com resposta: “Muito Importante”.

Na 16ª Questão se indagou qual a relevância deste tipo de iniciativa para a criação de uma rede de interessados, capaz de efetivar o surgimento de interações em áreas antes inexistentes, cuja resposta obtida foi: “Importante”.

A 17ª Questão sondou sobre a percepção da empresa acerca do grau de relevância do projeto em promover diálogos entre os subsistemas/áreas temáticas de “Pesquisa e Educação” e “Produção e Inovação”, obtendo-se como resposta: “Muito Importante”.

Na 18ª Questão, foi perguntado sobre a o grau de relevância deste tipo de parceria para a percepção, entre as partes interessadas, de um aumento da confiança mútua e/ou da sensação de copropriedade em relação aos progressos obtidos, cuja resposta foi: “Muito Importante”.

Na 19ª Questão discorre-se sobre o grau de relevância da aplicação dos ensinamentos colhidos nesta iniciativa para conectar: a demanda do EB por um simulador de combate tático; as possibilidades dos departamentos de pesquisa universitários; e a expertise dos laboratórios de integração de sistemas e eletrônica da AVIBRAS. A resposta obtida foi a seguinte: “Muito Importante”.

A 20ª Questão foi aberta, sobre quais as percepções da empresa acerca das principais dificuldades encontradas nessas interações e sua visão de futuro para seu aprimoramento. A resposta foi transcrita abaixo:

“A principal dificuldade da AVIBRAS nessas interações é a vontade de explorar ao máximo a relação EMPRESA/GOVERNO/UNIVERSIDADE, porém sem afetar as Propriedades Intelectuais já desenvolvidas pela empresa ao longo de sua história.

Todo o processo de P&D que é feito baseado no conceito da Hélice Tripla, deve passar por uma definição bem clara dos papéis de cada uma das partes interessadas,

para que o sistema funcione e essas interações sejam harmoniosas, gerando o resultado esperado.

Uma das maiores dificuldades ocorre quando as fronteiras dessas partes não são respeitadas ou ainda uma das partes não desempenha a contendo, representando um risco adicional ao projeto.

Os investimentos governamentais e uma política de longo prazo são fundamentais para qualquer projeto de PD&I, em projetos estratégicos é muito importante que o Estado participe fomentado financeiramente, para que as empresas não sejam obrigadas a arcar sozinhas com os custos de desenvolvimento, que muitas vezes podem não ter a garantia de compra em escala. Com relação a academia, é importante considerar o conceito do TRL (*Technology Readiness Level*) na divisão dos papéis, os TRLs mais baixos são tipicamente da academia, mas no momento que eles se tornam mais altos é importante iniciar a transferência tecnológica para a indústria.

Existem modelos para desenvolvimento tecnológico que podem contribuir para o aprimoramento dessa relação, como por exemplo o conceito das Encomendas Tecnológicas – ETECs.

Importante ainda dizer que o combustível para fazer a tríplice hélice girar devem ser os recursos governamentais" (Fonte: Departamento Comercial e de Relações Institucionais da empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A).

5.2.4 Questões 21 a 24

Nessas próximas quatro questões buscou-se avaliar as impressões da AVIBRAS sobre os transbordamentos. A 21ª questão partiu do estudo de Eliasson (2010, p. 239) que afirmou que há poucos bens ou serviços sofisticados o suficiente para serem adquiridos pelo governo, na ausência de demanda relevante da iniciativa privada, capazes de estimular uma nuvem tecnológica de transbordamentos para o restante do mercado. Os bens ou serviços de interesse do setor de defesa, para se enquadrarem, devem ser de uso dual (civil e militar). Assim, perguntou-se qual o grau de relevância da P&D de simuladores compatíveis com o Sistema ASTROS, para estimular esse tipo de transbordamento. A empresa respondeu que esse grau é "Muito Importante".

Na 22ª Questão se questionou a percepção da empresa sobre a importância da parceria com o EB na viabilização de transbordamentos tecnológicos (formação de

arranjos produtivos, fortalecimento da indústria de software, etc.) no entorno corporativo da AVIBRAS, cuja resposta obtida foi: “Muito Importante”

A próxima questão foi uma continuação da anterior (22.1), pergunta aberta, na qual caso se tenha percebido a importância deste transbordamento pelo menos como “Razoável”, se ele ocorreu de forma física (geográfica), informacional (redes de relacionamento) ou ambas. A resposta foi transcrita abaixo:

“A AVIBRAS julga como muito importante o transbordamento de projetos como o Desenvolvimento de Simuladores e isso se daria através de redes de relacionamento.

Este tipo de desenvolvimento pode ter inúmeras outras aplicações em simulação e treinamento de outros sistemas da AVIBRAS e/ou áreas adjacentes que podem se beneficiar deste conhecimento”. (Fonte: Departamento Comercial e de Relações Institucionais da empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A).

Na 23ª Questão se indagou no caso de haver demanda suficiente para o desenvolvimento de novos sistemas de simulação virtual, viva ou construtiva para o Sistema ASTROS, se a empresa necessitará acionar parcerias em atividades de P&D. A empresa respondeu conforme transcrito abaixo:

“Para responder a esta pergunta é necessário primeiro que saibamos dos requisitos e além disso, ver como estão os andamentos dos programas da empresa. Além disso, a AVIBRAS sempre estará aberta para parcerias para desenvolvimentos como este”. (Fonte: Departamento Comercial e de Relações Institucionais da empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A).

A 24ª questão questionou sobre as capacidades que a AVIBRAS pode agregar à parceria entre o EB (Departamento de Ciência e Tecnologia) e a UFSM no prosseguimento da P&D do “Sistema Integrado de Simulação ASTROS - Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF)”. A empresa respondeu o seguinte:

“Principais capacidades envolvendo este projeto:

- Histórico de mais de 30 anos em desenvolvimento de Simuladores para as Viaturas ASTROS;

- Capacidade histórica no desenvolvimento de Sistemas;

- Capacidade histórica de Integração de Sistemas;

- Incontestável capacidade industrial para testes, fabricação e montagem;

Além da força GLOBAL para promoção de produtos e serviços podendo ofertar os Simuladores para os atuais clientes externos do Sistema ASTROS” (Fonte:

Departamento Comercial e de Relações Institucionais da empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A).

5.2.5 Questão 25

A questão 25 foi um espaço destinado para as observações adicionais da empresa sobre o tema das interações descritas ao longo do questionário. Segue a descrição da resposta:

"É importante dizer que a AVIBRAS possui Propriedade Intelectual de seus Sistemas que foram desenvolvidos ao longo das décadas, e importante destacar os papéis e responsabilidades dos participantes, sendo necessário recursos para permitir que a tríplice hélice seja bem sucedida" (Fonte: Departamento Comercial e de Relações Institucionais da empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A).

6. CONCLUSÕES

Os achados da intercessão entre as fontes documentais e os questionários apontaram para a confirmação da hipótese. As interações, articuladas em torno dos projetos de simuladores para o Sistema ASTROS, consolidaram um canal efetivo de P&D. A demanda do EB por simulação foi diretamente responsável pela efetivação dessa interface, primordial na obtenção de sistemas de simulação nacionais. O nível de relação civil-militar alcançado se consubstanciou como uma força motriz, impulsionando resultados que teriam sido mais difíceis ou mesmo inviáveis sem o estabelecimento desse tipo de parceria.

O fomento direcionado por essa demanda tecnológica do EB foi regular o suficiente para sensibilizar o mecanismo viabilizador dessa obtenção, que se deu em decorrência da criação, difusão e uso de inovações, induzidas pelo volume de P&D que se formou desde 2014 entre o EB e a UFSM. O resultado palpável foi além da obtenção de PRODE de alta intensidade tecnológica, com tecnologia local, mitigando os riscos dependência de fornecedor estrangeiro. Percebeu-se a ocorrência de um SI funcional, com externalidades positivas inclusive para a indústria, como a disponibilização pessoal qualificado em áreas estratégicas como a TIC.

As redes de interações, adensadas pela parceria, geraram não apenas as inovações tecnológicas, como algoritmos de simulação e geração de cenários, mas também inovações doutrinárias, em áreas como gestão do conhecimento e gerenciamento de projetos. Percebeu-se nos relatos e nas bases de dados um claro

amadurecimento em gestão de PD&I, com ganhos mútuos que já irradiaram para a indústria e para outros centros acadêmicos.

A obtenção de simuladores, como materialização de um SI, também cooperou para outros tipos de externalidades ligadas à inovação sistêmica, como o incremento de uma espécie de tecnopolo regional em áreas afetas à simulação. O aumento de pessoal qualificado, da expertise em PD&I e da melhoria na educação superior no entorno da UFSM apontaram nessa direção.

A avaliação das possibilidades de P&D de uma IES foi uma condicionante que não inviabilizou o modelo, mas demonstrou uma oportunidade de melhoria. Tal aspecto a melhorar, todavia, foi validado pelo teste razoavelmente bem sucedido de amadurecimento da parceria em projetos complexos, podendo ser absorvido como Inovadout. A sugestão dada pela AVIBRAS corrobora esse achado. Não se deve delegar à academia o desenvolvimento, mas a pesquisa em lacunas de conhecimento que impedem a indústria de prosseguir em projetos arriscados, que se tornam caros ou inviáveis com o tempo.

Essa é a situação do chamado investimento paciente e de longo prazo, muitas vezes procedido por meio de tentativa e erro, algo que não se encaixa nas equações de custo e de risco de empresas privadas. A AVIBRAS julgou muito importante a parceria com um ente público para aumentar a exposição ao risco em atividades de P&DI, mas não respondeu ao questionamento sobre a experimentação com exposição à tentativa e erro.

Os achados corroboraram que a obtenção de simuladores ocorreu porque foi facilitada pela correta articulação, que posicionou cada agente do SI em seu papel ideal. Nas situações em que isso não ocorreu as dificuldades foram nítidas, como no desenvolvimento, onde se mostrou mais indicado que a indústria assuma os níveis de maturidade tecnológica (TRL) no momento em que estes se tornarem impraticáveis para a academia.

Nesse contexto o EB atuou como um comprador qualificado, gerando a continuidade de projetos que dificilmente teriam a mesma longevidade se deixados a cargo dos temores do custo de oportunidade da indústria ou das limitações da academia em avançar a TRL mais altos. O fomento regular e o aprendizado derivado das interações catalisaram a potencialidade do SI, de legar à academia a pesquisa básica e aplicada. Por outro lado, também se verificou a incorreção de deixar a seu encargo o desenvolvimento, etapa a partir da qual uma empresa industrial atinge

melhores resultados, desde que se beneficie dos resultados obtidos pelas pesquisas acadêmicas, corroborando a validade das interações do SI.

Naturalmente, novos estudos são requeridos para desvelar novas redes de interações entre os atores, de modo a mapear os SIs mais profundamente e suas reais potencialidades para novas obtenções e transbordamentos. Tais sistemas viabilizam a PD&I capaz de sustentar esses projetos, intensivos em tecnologia. A criação dessa capacidade, de delegar a cada ator sua função ótima, gerando entregas na forma de obtenções, já se constitui em um importante legado de projetos como os dos simuladores para o Sistema ASTROS.

REFERÊNCIAS

AMITRANO, C., TREGUA, M., SPENA, T., BIFULCO, F. **On Technology in Innovation Systems and Innovation-Ecosystem Perspectives: a Cross-Linking Analysis**. Sustainability, ano 10, n. 3744. Nápoles: 2018.

AMORIM, Rodolfo Leonardo Borges Carneiro. **Simulação Virtual: sua contribuição na geração de capacidade para a Força Terrestre**. 2019. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós- Graduação em Ciências Militares do Instituto Meira Mattos, Escola de Comando e Estado- Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

ANTONELLI, C.; CARLSSON, B. **Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation**. In: Economics of Science, Technology and Innovation, v. 5, Sweden: 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE DEFESA E MATERIAIS DE SEGURANÇA (ABIMDE). **Anuário da Base Industrial de Defesa**, São Paulo: 2018.

BERG, B. L. **Qualitative Research Methods for the Social Sciences**. 4. ed. Needham Heights: 2000.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. Exército Brasileiro. **Plano Estratégico do Exército 2020-2023**. [Direciona o esforço dos investimentos da Força para 2020-2023, em prosseguimento a seu processo de transformação]. Sistema de Planejamento Estratégico do Exército (SIPLEx), Estado-Maior do Exército, Brasília, DF, p.1-64, dez. 2019.

_____. Exército Brasileiro. Portaria nº 158-EME, de 16 de agosto de 2018. [Aprova a Diretriz do Sistema de Simulação do Exército Brasileiro]. **Boletim do Exército nº 34/2018**. 2ª Parte, Atos Administrativos, Estado-Maior do Exército, Brasília, DF, p.20-34, 2018.

_____. Exército Brasileiro. Portaria nº 233, de 15 de março de 2016. [Aprova as Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar - EB10-IG-01.018)]. **Separata ao Boletim do Exército nº 11/2016**. 2ª Parte, Atos Administrativos, Comandante do Exército, Brasília, DF, p. 1-47, 2016.

_____. Exército Brasileiro. Portaria nº 55-EME, de 27 de março de 2014. [Aprova a Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército -SSEB]. **Boletim do Exército nº 14/2014**: 2ª Parte, Atos Administrativos, Estado-Maior do Exército, Brasília, DF, p.36-45, 4 abr. 2014.

_____. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF, 2012.

_____. Ministério da Defesa. **Política e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2020.

_____. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa nº 15/MD**, de 4 de abril de 2018. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, n°. 65, 05 abr. 2018a.

_____. Ministério da Guerra. **Boletim do Exército nº 420 de 1915**: p. 574-576. Rio de Janeiro: 1915.

_____. Presidência da República. Lei n° 12.598, de 22 de março de 2012. [Estabelece normas especiais para as aquisições e desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa, bem como disciplina do Regime Especial Tributário da Indústria

de Defesa (RETID)]. **Diário Oficial da União**: edição extra, Brasília, DF, p. 1, 22 mar. 2012a.

BRESCHI, S., MALERBA, F. **Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics and spatial boundaries**. In EDQUIST, C. (ed.) Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. London: Routledge, 1997.

BUČKA, P., ANDRASSY, V. **Military Education and Training Supported by Blended Simulation**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION, 2017, Vol. XXIII, n° 1, Sibiu, Romania. Nicolae Balcescu Land Forces Academy, 2017. p. 61-65.

CARVALHO, V. K. de. A utilização de dispositivos de simulação na redução de custos e no incremento da capacitação das Unidades Blindadas. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, n. 23, 9 nov. 2011.

COOKE, P. **Regional Innovation Systems: an Evolutionary Approach**. In: COOKE, P; HEIDENREICH, R & RACZYK, H. (eds). Regional Innovation Systems. Oxford, Oxford University Press: jan. 1996.

DUNNE, Paul; GARCÍA-ALONSO, María Del Carmen; LEVINE, Paul; SMITH, Ron. **Determining the Defense Industrial Base**. Defense and Peace Economics, 18:3, 199-221, 2007.

EDQUIST, C. Innovation Policy in the Systems of Innovation Approach: Some Basic Principles. In: FISCHER, M., FRÖHLICH, J. **Knowledge complexity and innovation systems**. Advances in Spatial Science. Berlin: Springer, p.46-55, 2001.

EDQUIST, C. **The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An Account of the State of the Art**. In: DRUID CONFERENCE, 2001a, Aalborg, p. 1-24.

EDQUIST, C; JOHNSON, B. **Institutions, and organizations in systems of innovation**. In: EDQUIST, C. (ed.) Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. London: Routledge, 1997.

ELIASSON, Gunnar. Advanced Public Procurement as Industrial Policy: the aircraft industry as technical university. Nova York: Springer, 2010.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. DEFENSE AQUISITION UNIVERSITY - DAU. **Defense Acquisition Guidebook (DAG)**. Fort Belvoir, The USA: DAG, 2017. Disponível em: <https://www.dau.edu/tools/dag>. Acesso em: 31 maio 2021.

FLORIO, Bibiana Poche. **Arranjos Institucionais para Inovação Tecnológica do Polo de Defesa e Segurança de Santa Maria-RS**. 2018. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-graduação em Economia e Desenvolvimento do Centro de Ciências Humanas, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

FRANCO-AZEVEDO, C. E. **Gestão de Defesa: O Sistema de Inovação no Segmento de Não-Guerra**. 2013. Tese (Doutorado em Administração) – Curso de Doutorado em Administração, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2013.

_____. Os Elementos de Análise da Cultura de Inovação no Setor de Defesa e seu Modelo Tridimensional. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, v.12, n. 45, p. 145-167 set./dez. 2018.

FREEMAN, Chris. **Technology policy and economic performance**: Lessons from Japan. London: Pinter Publishers, 1987.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. Utilizando Estudo de Caso (s) como Estratégia de Pesquisa Qualitativa: Boas Práticas e Sugestões. **Estudo & Debate**, v. 18, n. 2, p. 7–22, 2011.

GALDINO, J. F. Sistema Nacional de Inovação do Brasil: Análise Baseada no Índice Global de Inovação. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, v.12, n. 45, p. 129-144 set./dez. 2018.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas Ltda, 2018.

_____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas Ltda, 2012.

GODIN, B. **National Innovation System**: The System Approach in Historical Perspective. Project on the History and Sociology of STI Statistics, n. 36. Montreal: 2007.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, jun. 2010. Disponível em:< https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/viewFile/9321/8252>. Acesso em: 20 junho 2021.

KING, G.; Keohane, R. O.; VERBA, S. **Designing Social Inquiry**. Scientific Inference in Qualitative Research. Princeton: Princeton University Press: 1994.

LEGG, Andrei Piccinini; SANTOS, Osmar Marchi dos; CASTRO, Pedro Procópio de; NEVES, Victor Emanuel; DORNELES, Cristiano de Souza; NETO, Rodrigo Dias. **Using Virtual Simulation for Training the Brazilian Armored TTP**. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC), Orlando: 2017.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

LUNDVALL, B.A. (ed.). **National Systems of Innovation**: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter, 1992.

_____. Post Script: Innovation System Research - Where It Came for and Where It might Go. **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**. Cambridge: Anthem Press, 2010.

MALERBA, F. Sectoral system of innovation: basic concepts. In MALERBA, F. (ed.). **Sectoral Systems of Innovation**: concepts, issues, and analysis of six major sectors in Europe. New York: Cambridge University Press, 2004.

_____. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, Milan, n. 31, p. 247 – 264, 2002.

MANKIW, N. G. **Princípios de microeconomia**. Tradução Allan Vidigal Hastings, Elisete Paes e Lima e Ez2 Translate. Revisão técnica Manuel José Nunes Pinto. 6. ed. Norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas Ltda, 2003.

MARKOWNSKI, S.; HALL, P.; WYLIE, R. (ed). **Defence Procurement and Industry Policy**: A small country perspective. London; New York: Routledge, 2010.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de psicologia**, p. 65-90, 2006. Disponível em:< http://publicacoes.ispa.pt/index.php/lp/article/viewFile/763/706>. Acesso em: 20 maio 2021.

MAZZUCATO, Mariana. O Estado Empreendedor: Desmascarando o mito do setor público vs. Setor privado. São Paulo: Portfolio Penguin, 2014.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. **O Sistema de Inovação Brasileiro**: uma Proposta de Política Orientada pela Missão. Sumário Executivo. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Exército Brasileiro. Memorando de Entendimento n° EME-13-088-00, de 30 de maio de 2013. [Implementa ações de intercâmbio técnico, científico e tecnológico entre o Exército Brasileiro, por meio de seu Departamento de Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal de Santa Maria-RS]. **Diário Oficial da União**: seção 3, Brasília, DF, ano 150, n. 174, p. 31, 9 set. 2013.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Exército Brasileiro. Portaria Normativa nº 1.873-MD, de 20 de junho de 2013. [Dispõe sobre a integração de simuladores entre as Forças Armadas]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 150, n. 119, p. 28, 24 jun. 2013a.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Exército Brasileiro. Relatório de Gestão do Exército Brasileiro do Exercício de 2018. Brasília, DF, 2019.

MOREIRA, William de Sousa. **Obtenção de Produtos de Defesa no Brasil: O Desafio da Transferência de Tecnologia**. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.17 n°. 1 p. 127-149, jan/jun 2011.

MURMANN, J. P. **Knowledge and competitive advantage**: the coevolution of firms, technology, and national institutions. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

NELSON, R. (ed.) (1993). **National Systems of Innovation**: A Comparative Study.

NETO, Victo Jose da Silva. **Sistema Setorial de Inovação: Fundamentos e Elementos Críticos para uma Nova Mesoeconomia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Paris: OCDE, 2005.

ORLANSKY, J., DAHLMAN, C. J., HAMMON, C. P., METZKO, J., & TAYLOR, H. L. **The Value of Simulation for Training**. Alexandria: Institute for Defense Analyses, 1994.

ORME, C**. Professional Military Education and Simulation**. In: SIMTECT 2012: ASIA-PACIFIC SIMULATION & TRAINING CONFERENCE AND EXHIBITION, 2012, Adelaide, Australia. Simulation Australia, 18-21 june, 2012.

PRODANOV, Cristiano Cleber; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

SAMPIERE, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. Tradução Daisy Vaz de Moraes. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

SCHUMPETER, J. A. **Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process**. London: McGraw-Hill, 1939.

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1972.

STOCKOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. SIPRI Arms Transfers Database. Disponível em: <https://armstrade.sipri.org/armstrade/html/export_toplist.php>. Acesso em 22 out. 21.

VAN EVERA, Stephen. **Guide to Methods for Students of Political Science**. New York: Cornell University Press, 1997.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO A (EB/ACADEMIA)

Pesquisa de dissertação de mestrado com o tema “Interações entre o Exército Brasileiro e a Academia, no Contexto dos Sistemas de Inovação: o caso do Sistema Integrado de Simulação ASTROS - Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF)”.

Questionário direcionado aos participantes do projeto SIS-ASTROS GMF.

Solicita-se ao o obséquio de responder aos questionamentos abaixo, acerca das impressões colhidas no referido Projeto. Sua opinião será de grande valia para estudo do impacto desta interação no desenvolvimento de um simulador nacional. São 24 questões, com tempo de resposta aproximado de 10 minutos. Agradeço fortemente sua disponibilidade e me coloco à disposição para eventuais contatos e esclarecimentos.

INTRODUÇÃO

Mazzucato & Penna (2016, p. 6) identificaram no **Sistema Nacional de Inovação brasileiro (SNI)** quatro subsistemas: **i)** Políticas Públicas e Financiamento Público; **ii)** Pesquisa e Educação; **iii)** Produção e Inovação; e **iv)** Fundos Privados e Financiamento privado.

Este modelo para compreensão do SNI, entretanto, não é estanque. A relevância do SNI é proporcional à qualidade e densidade da rede de interações entre agentes do Governo (ex: Forças Armadas), da Academia (ex: Universidades e Centros de Pesquisa) e da Base Industrial de Defesa (BID), entre outros. Tais interações ocorrem entre várias áreas dos subsistemas citados.

Informe seu nome Completo:

Assinale a alternativa que melhor representa sua área de atuação:

[ ] Órgão da Administração Pública Direta (Ministérios, Forças Armadas, Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, Receita Federal, etc.)

[ ] Órgão da Administração Pública Indireta (Autarquias; Empresas Públicas; Sociedades de Economia Mista; Fundações públicas, etc.)

[ ] Academia

[ ] Indústria

[ ] Estudante

[ ] Outros: (_____)

A) INVESTIMENTOS E GESTÃO

1. Qual sua percepção sobre o grau de importância do investimento PÚBLICO, materializado nas necessidades do EB, no desenvolvimento SIS-ASTROS GMF?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

2. Qual sua percepção sobre o grau de importância do investimento PRIVADO, por meio de encomendas de empresas, no desenvolvimento do SIS-ASTROS GMF?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

3. Qual o grau de importância da formulação de objetivos bem definidos, utilizáveis para avaliação, prestação de contas e auditoria?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

4. Qual a importância dos mecanismos de equilíbrio entre os agentes presentes no projeto (como as ferramentas de coordenação, controle e compensações, etc.) para sua longevidade?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

5. Qual sua percepção sobre a relevância deste tipo de parceria para a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de maior risco (financeiro, técnico, de oportunidade ou outros)?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

6. Muitos países carecem de uma autoridade central, capaz de atuar tanto como representante pública, como substituta suficientemente qualificada da demanda privada (quando esta não existir ou for insuficiente) por bens e serviços capazes de gerar transbordamentos tecnológicos (ELIASSON, 2010, p. 238). Considerando a hipótese da área de simulação, intensiva na integração de sistemas e eletrônica, ser apta a gerar tais transbordamentos, qual a importância do EB, como representante de um sistema relevante de demanda pública?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

B) PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E EDUCAÇÃO

7. Qual a relevância das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) desenvolvidas para o fortalecimento da capacidade da UFSM em ofertar ao mercado pessoal de maior qualificação nas áreas afetas à simulação?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

8. Qual a importância do estreitamento dos laços entre o EB e a UFSM neste projeto para o desenvolvimento de P&D mais voltada aos requisitos do demandante (especificidade)?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

9. Qual o grau de contribuição do projeto para o intercâmbio de recursos humanos e técnicos em qualquer uma destas seguintes ações: Extensão; Ensino; Pesquisa (áreas como: Inovação Tecnológica, Segurança, Capacitação de Recursos Humanos e Tecnologia da Informação e Comunicações – TIC) e Desenvolvimento?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

C) INTERAÇÕES EB-ACADEMIA

10. Qual a importância do projeto no estabelecimento de uma rede regular de relações, capaz de convergir esforços dos atores relevantes necessários ao desenvolvimento do simulador?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

11. Qual a relevância deste projeto para a criação de uma rede de interessados que materialize o surgimento de interações em áreas antes inexistentes?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

12. Qual sua impressão sobre o grau de relevância do projeto em promover o diálogo entre os subsistemas/áreas temáticas de "Pesquisa e Educação" e "Produção e Inovação"?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

13. Qual o grau de relevância desta iniciativa para a percepção entre as partes interessadas de um aumento da confiança mútua e/ou da sensação de copropriedade em relação aos progressos obtidos?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

14. Qual o grau de relevância deste projeto para conectar a demanda do EB por um simulador de combate tático e as possibilidades de P&D dos departamentos de pesquisa universitários?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

D) ESTÍMULO À INOVAÇÃO

15. Em relação às tecnologias mais intensivas em P&D, qual o grau de contribuição do projeto no desenvolvimento de tecnologias consideradas de teto tecnológico?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

16. Qual sua percepção sobre o grau de importância de projetos como o Sis-Astros GMF para preencher, pelo menos parcialmente, as lacunas de conhecimento que inviabilizam as inovações tecnológicas em áreas como software e Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC)?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

17. Qual o grau de importância deste projeto como estimulador de atividades de P&D necessárias à inovação, mas que requerem investimento paciente e de longo prazo?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

18. Qual o grau de importância em um projeto deste tipo de se estar aberto a experimentações e/ou ao aprendizado por iniciativa e erro?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

19. Qual o grau de importância do projeto para promover a parceria necessária entre governo e Academia, de modo a evitar qualquer uma destas falhas do Sistema de Inovação: Sobreposição de Responsabilidades entre os Agentes; Descontinuidades de Investimentos; Elevada Burocracia; Recursos Humanos e Técnicos para Inovação definidos da mesma forma que os não Voltados a Inovação; e Atomização no repasse de Recursos, devido ao excesso da competição.

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

20. Qual o grau de importância desta encomenda de P&D do EB à UFSM, para a indução de avanços tecnológicos necessários para o desenvolvimento de um simulador nacional?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

E) TRANSBORDAMENTOS

21. Qual sua percepção sobre o grau de transbordamento tecnológico do projeto no entorno da universidade, seja físico, social ou corporativo (formação de arranjos produtivos tecnológicos, melhoria da educação, fortalecimento da indústria de software regional, etc.)?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

22. Qual a possibilidade de, mantido o ritmo atual de fomento, o projeto transbordar novas tecnologias e/ou novas pesquisas em simulação de combate?

(resposta aberta)

23. Qual a relevância dessa parceria para a geração de tecnologias e/ou conhecimentos utilizáveis em empresas avançadas de defesa como a AVIBRAS, fabricante do Sistema Astros?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

24. Para Eliasson (2010, p. 239) são poucos os bens ou serviços sofisticados o suficiente para serem adquiridos pelo governo, na ausência de demanda relevante da iniciativa privada, capazes de estimular uma nuvem tecnológica de transbordamentos para o restante do mercado. Assim, os bens ou serviços que interessem ao setor de defesa, para se enquadrarem nesta assertiva, devem ser de uso dual (civil e militar). Neste contexto, qual a relevância da P&D de simuladores como o Sis-Astros GMF para estimular este tipo de transbordamento?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

25. Registre as observações adicionais que julgar relevantes, acerca de sua experiência nesta parceria para o desenvolvimento de um simulador de combate nacional:

(resposta aberta)

REFERÊNCIAS

ELIASSON, Gunnar. Advanced Public Procurement as Industrial Policy: the aircraft industry as technical university. Nova York: Springer, 2010.

MAZZUCATO, Mariana. PENNA, Caetano. **O Sistema de Inovação Brasileiro**: uma Proposta de Política Orientada pela Missão. Sumário Executivo. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO B (EB/INDÚSTRIA)

Pesquisa de dissertação de mestrado com o tema “Interações entre o Exército Brasileiro e a Academia, no Contexto dos Sistemas de Inovação: o caso do Sistema Integrado de Simulação ASTROS - Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF)”.

Questionário direcionado à empresa estratégica de defesa (EED) AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A, desenvolvedora do Sistema de Artilharia de Foguetes de Saturação de Área (ASTROS).

Solicita-se o obséquio de responder aos questionamentos abaixo, acerca do desenvolvimento do **Sistema Integrado de Simulação ASTROS - Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF)**. Sua opinião será de grande valia para estudo do impacto destas interações no desenvolvimento de um simulador de combate nacional. Agradeço fortemente a disponibilidade e me coloco à disposição para eventuais contatos e esclarecimentos.

INTRODUÇÃO

Mazzucato & Penna (2016, p. 6) identificaram no **Sistema Nacional de Inovação brasileiro (SNI)** quatro subsistemas: **i)** Políticas Públicas e Financiamento Público; **ii)** Pesquisa e Educação; **iii)** Produção e Inovação; e **iv)** Fundos Privados e Financiamento privado.

Este modelo para compreensão do SNI, entretanto, não é estanque. A relevância do SNI é proporcional à qualidade e densidade da rede de interações entre agentes do Governo (ex: Forças Armadas), da Academia (ex: Universidades e Centros de Pesquisa) e da Base Industrial de Defesa (BID), entre outros. Tais interações ocorrem entre várias áreas dos subsistemas citados.

Informe o(s) setor(es) da empresa respondente(s) deste questionário:

(resposta aberta)

A) INVESTIMENTOS E GESTÃO

1. Qual a percepção empresarial sobre o grau de importância do investimento PÚBLICO, por meio das demandas do EB, no desenvolvimento de sistemas de simulação?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

2. E sobre o grau de importância do investimento PRIVADO, induzido pelas necessidades do mercado de defesa nacional e internacional, no desenvolvimento destes sistemas?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

3. Qual o grau de importância observado neste tipo de projeto da formulação de objetivos bem definidos, utilizáveis para avaliação, prestação de contas e auditoria?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

4. Qual a importância dos mecanismos de equilíbrio entre os agentes presentes (como as ferramentas de coordenação, controle e compensações, etc.) para a longevidade do projeto?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

5. Qual a percepção da empresa sobre a relevância deste tipo de parceria para a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de maior risco (financeiro, técnico, de oportunidade ou outros)?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

6. Muitos países carecem de uma autoridade central, capaz de atuar tanto como representante pública, como substituta qualificada da demanda privada (quando esta não existir ou for insuficiente) por bens e serviços capazes de gerar transbordamentos tecnológicos (ELIASSON, 2010, p. 238). Considerando a hipótese da área de simulação, intensiva na integração de sistemas e eletrônica, ser apta a gerar tais transbordamentos, qual a importância do EB, como representante de um sistema relevante de demanda pública?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

B) PESQUISA, EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

7. Qual a relevância das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) neste tipo de parceria para a melhoria da qualificação de pessoal na AVIBRAS?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

8. E para o aumento da oferta deste pessoal qualificado no mercado, em áreas tecnológicas afetas à simulação (inclui a AVIBRAS e parceiros)?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

9. Qual a importância do estreitamento dos laços com o EB e a Academia para a execução de P&D mais próxima dos requisitos do demandante?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

10. Qual o grau de contribuição deste tipo de projeto para o desenvolvimento de tecnologias consideradas críticas?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

11. Qual a percepção sobre o grau de importância deste tipo de projeto para preencher, pelo menos parcialmente, as lacunas de conhecimento que inviabilizam as inovações tecnológicas em áreas como eletrônica, software e Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC)?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

12. Qual o grau de importância do desenvolvimento destas iniciativas para estimular as atividades de P&D necessárias à inovação, mas que requerem investimento paciente e de longo prazo?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

13. Qual o grau de importância de uma parceria com um ente público para que a empresa possa aumentar a exposição ao risco em atividades de P&DI?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

13.1 Caso tenha julgado esta importância pelo menos "Razoável", qual a avaliação sobre a necessidade de se realizarem experimentações e/ou ao aprendizado por iniciativa e erro em atividades de PD&I?

(resposta aberta)

14. Qual o grau de importância de iniciativas como esta para promover a parceria necessária entre os agentes públicos e a BID, de modo a evitar qualquer uma destas falhas do Sistema de Inovação:

-Sobreposição de Responsabilidades entre os Agentes;

-Descontinuidades de Investimentos;

-Elevada Burocracia;

-Recursos Humanos e Técnicos para Inovação definidos da mesma forma que os não Voltados a Inovação; e

-Atomização no repasse de Recursos, devido ao excesso da competição.

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

C) INTERAÇÕES COM O EB

15. Qual a importância deste tipo de interação para o estabelecimento de uma rede regular de relações, capaz de convergir esforços para o desenvolvimento de sistemas de defesa complexos?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

16. Qual a relevância deste tipo de iniciativa para a criação de uma rede de interessados capaz de efetivar o surgimento de interações em áreas antes inexistentes?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

17. Qual a percepção da empresa sobre o grau de relevância do projeto em promover diálogos entre os subsistemas/áreas temáticas de "Pesquisa e Educação" e "Produção e Inovação"?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

18. Qual a o grau de relevância deste tipo de parceria para a percepção entre as partes interessadas de um aumento da confiança mútua e/ou da sensação de copropriedade em relação aos progressos obtidos?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

19. Qual o grau de relevância da aplicação dos ensinamentos colhidos nesta iniciativa para conectar: a demanda do EB por um simulador de combate tático; as possibilidades dos departamentos de pesquisa universitários; e a expertise dos laboratórios de integração de sistemas e eletrônica da AVIBRAS?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

20. Quais as percepções da empresa sobre as principais dificuldades encontradas nessas interações e sua visão de futuro para seu aprimoramento?

(resposta aberta)

D) TRANSBORDAMENTOS

21. Para Eliasson (2010, p. 239) são poucos os bens ou serviços sofisticados o suficiente para serem adquiridos pelo governo, na ausência de demanda relevante da iniciativa privada, capazes de estimular uma nuvem tecnológica de transbordamentos para o restante do mercado. Assim, os bens ou serviços que interessem ao setor de defesa, para se enquadrarem nesta assertiva, devem ser de uso dual (civil e militar). Neste contexto e na visão da AVIBRAS, qual o grau de relevância da P&D de simuladores compatíveis com o Sistema ASTROS para estimular este tipo de transbordamento?

[ ] Nenhum [ ] Pequeno [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

22. Qual a percepção da empresa sobre a importância da parceria com o EB na viabilização de transbordamentos tecnológicos (formação de arranjos produtivos, fortalecimento da indústria de software, etc.) no entorno corporativo da AVIBRAS?

[ ] Nenhuma [ ] Pequena [ ] Razoável [ ] Importante [ ] Muito Importante

22.1 Caso tenha percebido a importância deste transbordamento pelo menos como "Razoável", ele ocorreu de forma física (geográfica), informacional (redes de relacionamento) ou ambas?

(resposta aberta)

23. No caso de haver demanda suficiente para o desenvolvimento de novos sistemas de simulação virtual, viva ou construtiva para o Sistema ASTROS, a empresa necessitará acionar parcerias em atividades de P&D?

(resposta aberta)

24. Quais as capacidades que a AVIBRAS pode agregar à parceria entre o EB (Departamento de Ciência e Tecnologia) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) no prosseguimento da P&D do "Sistema Integrado de Simulação ASTROS - Grupo de Mísseis e Foguetes (SIS-ASTROS GMF)"?

(resposta aberta)

E) OBSERVAÇÕES GERAIS DA EMPRESA

25. Caso desejar, descreva as observações adicionais da empresa sobre o tema das interações descritas neste questionário, para o desenvolvimento de um simulador de combate nacional:

(resposta aberta)

REFERÊNCIAS

ELIASSON, Gunnar. Advanced Public Procurement as Industrial Policy: the aircraft industry as technical university. Nova York: Springer, 2010.

MAZZUCATO, Mariana. PENNA, Caetano. **O Sistema de Inovação Brasileiro**: uma Proposta de Política Orientada pela Missão. Sumário Executivo. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.