

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E FILOSOFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA**

**NATHALIE TORREÃO SERRÃO**

**INDÚSTRIA DE DEFESA, COMPLEXIDADE ECONÔMICA E INOVAÇÃO**  
**ESTUDO DO *SPIN-OFF* BASEADO EM MODELAGEM *FUZZY***

Niterói/RJ  
2015

NATHALIE TORREÃO SERRÃO

**INDÚSTRIA DE DEFESA, COMPLEXIDADE ECONÔMICA E INOVAÇÃO**  
**ESTUDO DO *SPIN-OFF* BASEADO EM MODELAGEM *FUZZY***

Tese para apresentação perante Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal Fluminense, como exigência parcial para obtenção do grau de Doutor (a) em Ciência Política, na área de Estudos Estratégicos.

Orientador: Prof. Dr. Emérito Waldimir Pirró e Longo  
Coorientador: Prof. Dr. Luiz Pedone

Niterói/RJ  
2015

NATHALIE TORREÃO SERRÃO

**INDÚSTRIA DE DEFESA, COMPLEXIDADE ECONÔMICA E INOVAÇÃO**  
**ESTUDO DO *SPIN-OFF* BASEADO EM MODELAGEM *FUZZY***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal Fluminense, como exigência parcial para obtenção do grau de Doutor (a) em Ciência Política.

Tese aprovada em 15 de dezembro de 2015

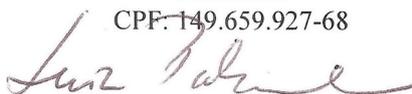
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Waldimir Pirró e Longo (UFF)

Orientador

CPF: 149.659.927-68



Prof. Dr. Luiz Pedone (UFF)

Co-Orientador

CPF: 008.115.991-91



Prof. Dr. Roberto César Rosendo Saraiva (UFF)

CPF: 807.284.307-97



Pro. Dr. Orlando Bernardo Filho (UERJ)

CPF: 994.490.727-87



Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida (UERJ, EGN)

CPF: 711.483.567-58

Niterói/RJ  
2015

À Nádía Torreão, formada em Direito e em Administração, mestre, doutora, professora, escritora, pesquisadora e mãe, cujo exemplo me fez ser o que sou hoje.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos orientadores, Waldimir Pirró e Longo e Luiz Pedone. Há sete anos, o professor Longo me acolheu como pupila e como amiga, orientando a minha dissertação de mestrado e esta pesquisa de doutorado. Aspiro algum dia chegar aos pés do seu brilhantismo e do seu reconhecimento profissional. Ao professor Pedone, devo minha paixão por metodologia e minha experiência como docente, sendo sua estagiária no mestrado e doutorado. Ambos estão sempre me incentivando a voar mais alto.

À Orlando Bernardo Filho que, igualmente, me colocou sob sua asa e desenvolveu, em um longo processo de dois anos, o software para os cálculos da tese. As reuniões (que nem sempre versavam sobre trabalho) vão deixar saudade.

À Patrice Franko, cujo apoio foi essencial para o levantamento dos dados necessários para esta pesquisa e cuja amizade me é muito grata.

Aos meus colegas “Doutorandos de Platão” (DDP) do PPGCP/UFF. Jamais imaginaria uma experiência melhor dividindo as aventuras e desventuras da atividade acadêmica. Proponho, perante a evolução dos acontecimentos, alterar nosso título para Doutores de Platão, quem apoia a moção?

Às diversas instituições que colaboraram com esta tese: o INEST/UFF, a COPPE/UFRJ, o Laboratório de Simulações e Cenários (LSC) e a Escola de Guerra Naval (EGN), a UERJ e o Centro de Catalogação das Forças Armadas (CECAFA). A descoberta científica não é uma atividade solitária e não haveria como concretizar tal pesquisa sem essa participação.

Aos professores Cmte William Moreira, Cmte Cláudio Corrêa, Cmte Cláudio Rogério, prof. Nival e prof. Sabrina pelos conhecimentos compartilhados, fundamentais para enriquecimento do trabalho.

Aos meus amigos, cuja paciência durante os últimos cinco anos é inestimável, especialmente, Bárbara Dutra, que ouviu e debateu todas as versões que adquiriram a tese, mesmo tão distante dos seus temas de interesse; Luiz Rogério Goldoni, que foi meu ombro amigo nos momentos de crise; meus colegas João Luiz Ferreira e Gustavo Fernandes, sem os quais não sobreviveria à COPPE; Tiberius, por tantos momentos felizes e Inez Alapenha, por ser meu anjo da guarda.

À minha família: minha tia Tânia e à minha avó Laudicéa, cuja força e determinação me inspiram.

À Alexandre Maia, que me desafia a ser a minha melhor versão de mim. “Não me lembro mais qual foi nosso começo. Sei que não começamos pelo começo. Já era amor antes de ser”.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES, entidade do Governo Brasileiro voltada para a formação de recursos humanos, por meio do projeto “*Sistema Brasileiro de Defesa e Segurança - SISDEBRAS*”, no âmbito do Programa PRÓ-DEFESA (Edital –2009).

*“He who has no inclination to learn more, will be very apt to think that he knows enough”.*

Aquele que não tem inclinação para aprender mais, será muito apto a pensar que sabe o suficiente (tradução nossa).

*(Sir John Powell apud Henning, 1983)*

## RESUMO

O diálogo entre teorias e dados, em Ciência Política, é dificultado pela complexidade e imprecisão características dos problemas abordados pela disciplina. Modelagens baseadas em lógica *fuzzy* foram sugeridas como possível solução (RAGIN, 2000; ROYES e BASTOS, 2001; SALEJ, 2007, entre outros), mas seu uso nas ciências sociais brasileiras tem sido limitado. Esta tese inspirou-se nessa abordagem para contornar dificuldades metodológicas de estudos prévios sobre a relação entre defesa e desenvolvimento, examinando, especificamente, a expectativa teórica do *spin-off* de que um aumento no nível científico e tecnológico da indústria de defesa conduziria a um aumento no nível científico e tecnológico da indústria como um todo e da indústria de alta tecnologia. Para tal fim, elaboraram-se sistemas de inferência *fuzzy* para mensuração do nível científico e tecnológico (chamados de indicadores de complexidade industrial) para cada uma das indústrias supracitadas, com dados de 172 países para o período de 1950 a 2012. Identificaram-se os casos relevantes para a hipótese de pesquisa, os países com os valores mais elevados para a complexidade da indústria de defesa (variável independente): EUA, Alemanha, China, França, Israel, Itália, Reino Unido e URSS/Rússia. Historicamente, o P&D militar dominou gastos governamentais em P&D nesses países, que também respondem por aproximadamente 85% da produção mundial de armamento. Os resultados dos indicadores foram triangulados por meio de estudo dos respectivos Sistemas Nacionais de Inovação e da evolução histórica das indústrias avaliadas. Observamos forte relação entre a complexidade da indústria de alta tecnologia e a complexidade da indústria como um todo, condizente com a perspectiva schumpeteriana do papel da inovação para o crescimento econômico. Entretanto, nos casos examinados, não se observa a presença de um efeito generalizável de alavancagem do nível de complexidade da indústria de defesa no nível das demais complexidades, em consonância com diversos estudos empíricos sobre inovação e indústria de defesa que destacam a transferência da liderança tecnológica para o setor civil, em especial após as mudanças tecnológicas trazidas pela tecnologia de informação e comunicação nas últimas décadas (GANSLER, 1995; REPPY *et al.*, 2000; KELLY e RISHI, 2003; RUTTAN, 2006).

Palavras-chave: Lógica *Fuzzy*. *Spin-off*. Indústria de Defesa. Ciência, Tecnologia e Inovação. Economia de Defesa. Complexidade Econômica.

## ABSTRACT

Dialogue between theory and data in Political Science is hampered by the complexity and the imprecision featuring its study objects. Fuzzy logic has been suggested as a possible solution to addressing Social Science studies (RAGIN, 2000; ROYES and BASTOS, 2001; SALEJ, 2007, among others), but its use in Brazil has been very limited. This dissertation draws inspiration from this methodology to overcome methodological difficulties of previous studies on the relationship between defense and development, testing a theoretical prediction of spin-off that an increase in the scientific and technological level of the defense industry would lead to an increase in the scientific and technological level of the domestic industry as a whole and the high-tech industry. For this purpose, we formulate complexity indices (to assess the scientific and technological level) for each of the above industries with data for 172 countries from 1950 to 2012. Subsequently, we examine the relevant cases to the research hypothesis, countries with the highest defense industry complexity index values (independent variable): USA, UK, Israel, France, Germany, Italy, China, and Russia. These countries represent approximately 85% of the world arms production and have historically favored military R&D in government R&D investments. The indices results were triangulated through a study of the historical evolution of the evaluated industries and of each country's National System of Innovation. We identify a strong relationship between the complexity index of the high-tech industry and the complexity index for the industry as a whole, consistent with the Schumpeterian perspective of the role of innovation in economic growth. However, in the studied cases, we do not observe the presence of a generalizable leverage effect of the defense industry on the complexity level of the other complexity indices, in accordance with several empirical studies on innovation and defense industry that highlight the transfer of technological leadership to the civilian sector, especially after the technological changes brought by the information and communication technology in recent decades (GANSLER, 1995; REPPY *et al.*, 2000; KELLY & RISHI, 2003; RUTTAN, 2006).

Key-words: Fuzzy Logic. Spin-off. Defense Industry. Science, Technology e Innovation. Defense Economics. Economic Complexity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Círculo virtuoso da inovação. Elaboração própria baseada em Arrighi (1998).....	22
Figura 2 - Distribuição mundial de renda. Elaboração própria baseada em ARRIGHI (1998)	38
Figura 3 - Distribuição mundial de inovações tecnológicas. Elaboração própria baseada em Sachs (2000) .....	38
Figura 4 - Resumo de resultados de estudos prévios sobre relação entre defesa e crescimento econômico. Elaboração própria. ....	49
Figura 5 - Comparação de Gastos Militares em Bilhão de Dólares em 2014. Elaboração própria com base em dados do SIPRI (PERLO-FREEMAN <i>et al.</i> , 2015) .....	74
Figura 6 - Comparação de Gastos Militares como percentagem do PIB em 2014. Elaboração própria com base em dados do SIPRI (PERLO-FREEMAN <i>et al.</i> , 2015).....	75
Figura 7 - Modelo genérico de sistema fuzzy. Fonte: adaptado de Leite (2013). ....	86
Figura 8 - Funções de pertinência dos termos linguísticos de T(Largura). Elaboração própria. ....	86
Figura 9- Ativação das regras de inferência. Elaboração própria.....	87
Figura 10 - Modelo clássico de Larsen. Fonte: Sandri e Correa (1999, p. 80).....	89
Figura 11 - Descrição de variável fuzzy. Fonte: Royes e Bastos (2001).....	90
Figura 12 - Sistema de Inferência Fuzzy para o cálculo do índice de complexidade econômica ECON. Elaboração própria.....	95
Figura 13 - Funções de pertinência da variável linguística <i>Size</i> . Elaboração própria. ....	96
Figura 14 - Funções de pertinência da variável linguística <i>Diversity</i> . Elaboração própria. ....	97
Figura 15 - Funções de pertinência da variável linguística <i>Technology Intensity</i> . Elaboração própria.....	99
Figura 16 - Funções de pertinência da variável linguística <i>ICI-ECON</i> . Elaboração própria. ....	100

Figura 17 - Exemplo de ativação das regras 1, calculado no MATLAB. Elaboração própria. .....	102
Figura 18 - Exemplo de ativação das regras 2, calculado no MATLAB. Elaboração própria. .....	103
Figura 19 - Sistema de Inferência Fuzzy para o cálculo da complexidade da indústria de defesa – <i>ICI DEF</i> . Elaboração própria.....	103
Figura 20 - Funções de pertinência da variável linguística <i>Quantity</i> . Elaboração própria.....	104
Figura 21 - Funções de pertinência da variável linguística <i>Variety</i> . Elaboração própria.....	105
Figura 22 - Funções de pertinência da variável linguística <i>DEF</i> . Elaboração própria.....	106
Figura 23 - Sistema de Inferência Fuzzy para o processamento da complexidade da indústria de alta tecnologia <i>ICI-HighTech</i> . Elaboração própria.....	107
Figura 24 - Funções de pertinência da variável linguística HighTech Share. Elaboração própria. .....	108
Figura 25 - Funções de pertinência da variável linguística Patents. Elaboração própria.....	109
Figura 26 - Funções de pertinência da variável linguística <i>ICI-HighTech</i> . Elaboração própria. .....	110
Figura 27 - Gráfico comparativo do indicador ICI DEF para os países analisados. Elaboração própria.....	116
Figura 28 - Gráfico comparativo do indicador <i>ICI ECON</i> para os países analisados. Elaboração própria.....	117
Figura 29 - Gráfico comparativo do indicador <i>ICI HighTech</i> para os países analisados. Elaboração própria.....	117
Figura 30 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para EUA. Elaboração própria.....	118
Figura 31 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para EUA. Elaboração própria.....	119

Figura 32 - Exportações dos EUA de Sistemas de Armas. Elaboração própria com base em dados da “ <i>Arms Transfer Database</i> ” (SIPRI, 1950-2012) .....	119
Figura 33 - Variedade das Exportações dos EUA de Sistemas de Armas. Elaboração própria com base em dados da <i>Arms Transfer Database</i> ” (SIPRI, 1950-2012).....	120
Figura 34 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Reino Unido (sem EUA). Elaboração própria. ....	129
Figura 35- Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Reino Unido (sem EUA). Elaboração própria. ....	129
Figura 36 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Reino Unido (com EUA). Elaboração própria.....	130
Figura 37 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para o Reino Unido (com EUA). Elaboração própria.....	130
Figura 38 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para França (sem EUA). Elaboração própria. ....	133
Figura 39 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para França (sem EUA). Elaboração própria. ....	133
Figura 40 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para França (com EUA). Elaboração própria.....	134
Figura 41 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para França (com EUA). Elaboração própria.....	135
Figura 42 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Alemanha (sem EUA). Elaboração própria.....	137
Figura 43 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Alemanha (sem EUA). Elaboração própria. ....	138
Figura 44 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Alemanha (com EUA). Elaboração própria. ....	138

Figura 45 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Alemanha (com EUA). Elaboração própria.....	139
Figura 46 – Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Itália (sem EUA). Elaboração própria.....	141
Figura 47 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Itália (sem EUA). Elaboração própria.....	142
Figura 48 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Itália (com EUA). Elaboração própria.....	142
Figura 49 – Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Itália (com EUA). Elaboração própria.....	143
Figura 50 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Rússia (sem EUA). Elaboração própria.....	148
Figura 51 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Rússia (sem EUA). Elaboração própria.....	148
Figura 52 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Rússia (com EUA). Elaboração própria.....	149
Figura 53 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para a Rússia (com EUA). Elaboração própria.....	149
Figura 54 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para China (sem EUA). Elaboração própria.....	152
Figura 55 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para China (sem EUA). Elaboração própria.....	153
Figura 56 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para China (com EUA). Elaboração própria.....	153
Figura 57 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para China (com EUA). Elaboração própria.....	154

Figura 58 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Israel (sem EUA). Elaboração própria. ....	158
Figura 59- Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Israel (sem EUA). Elaboração própria. ....	158
Figura 60 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Israel (com EUA). Elaboração própria. ....	159
Figura 61 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Israel (com EUA). Elaboração própria. ....	159

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela Verdade <i>Modus Tollens</i> .....	92
Tabela 2 - Tabela Verdade <i>Modus Ponens</i> .....	92
Tabela 3 - Atribuição das notas de intensidade tecnológica às categorias (setores do <i>SITC</i> ) de produtos baseada na classificação de intensidade tecnológica da OCDE .....	202
Tabela 4 - Lista de países inclusos no cálculo do indicador <i>DEF</i> .....	209
Tabela 5 - Lista de países inclusos no cálculo do indicador <i>ECON</i> .....	213
Tabela 6 - Lista de países inclusos no cálculo do indicador <i>HighTech</i> .....	219

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de estudos empíricos sobre defesa e crescimento econômico. Elaboração própria.....	44
Quadro 2 - Regras de inferência fuzzy do ICI-ECON. Elaboração própria.....	101
Quadro 3 - Regras de inferência fuzzy de DEF. Elaboração própria. ....	107
Quadro 4 - Regras de inferência fuzzy do ICI-HighTech. Elaboração própria.....	111

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BID	Base Industrial de Defesa
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DEF	Índice de complexidade industrial da indústria de defesa de um país, anual
DoD	<i>U.S. Department of Defense</i> , Departamento de Defesa dos Estados Unidos
ECON	Índice de complexidade industrial da economia de um país como um todo, anual
EED	Empresas Estratégicas de Defesa
END	Estratégia Nacional de Defesa
FFAA	Forças Armadas
FMI	Fundo Monetário Internacional ou <i>Internacional Monetary Fund</i> (IMF)
HighTech	Índice de complexidade industrial da indústria de alta tecnologia ( <i>high-tech</i> ) de um país, anual
HS	<i>Harmonized Commodity Description and Coding System</i> ou <i>Harmonized System</i>
ID	Indústria de Defesa
IMF	<i>Internacional Monetary Fund</i> ou Fundo Monetário Internacional (FMI)
MP	Medida Provisória
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> ou Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ou, em inglês, <i>Organization for Economic Cooperation and Development</i> (OECD)

OMC	Organização Mundial do Comércio, sigla em português para <i>World Trade Organization</i> (WTO)
ONU	Organização das Nações Unidas, podendo ser referida no corpo do texto por sua sigla em inglês, UN ( <i>United Nations</i> )
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte. Em inglês, <i>North Atlantic Treaty Organization</i> (NATO)
PDN	Política de Defesa Nacional
PED	Produtos Estratégicos de Defesa
Pnid	Política Nacional da Indústria de Defesa
RETID	Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa
SIPRI	<i>Stockholm International Peace Research Institute</i>
SITC	<i>Standard International Trade Classification</i>
SNI	Sistema Nacional de Inovação
TIV	<i>Trend-Indicator Value</i>
UM	<i>United Nations</i> ou Organização das Nações Unidas (ONU)
UM	<i>United Nations</i> , Organização das Nações Unidas (ONU) em português
VD	Variável Dependente
VI	Variável Independente
WEF	<i>World Economic Forum</i> ou, em português, Fórum Econômico Mundial
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i>
WTO	<i>World Trade Organization</i> , sigla em inglês para a Organização Mundial do Comércio (OMC)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>15</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>16</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
Objetivo.....	28
Justificativa.....	28
<b>CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA TEÓRICO-CONCEITUAL.....</b>	<b>32</b>
1.1 - Defesa e crescimento.....	32
1.2 - Estudos Empíricos sobre a Relação entre Defesa e Crescimento Econômico.....	43
1.3 - O que é <i>Spin-off</i> ?.....	49
1.4 - Contextualização histórica.....	55
1.5 - Conceito, teoria ou paradigma?.....	59
1.6 - Peculiaridades da indústria de defesa.....	65
1.7 - Hipóteses de pesquisa.....	67
<b>CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>69</b>
2.1 - Introdução.....	69
2.2 - Etapas.....	71
2.3 - Construção dos modelos.....	73
2.4 - Lógica <i>Fuzzy</i> .....	82
2.5 - Seleção dos casos.....	91
2.6 - Modelos de Sistema de Inferência <i>Fuzzy</i> para Indicador de Complexidade Industrial.....	93
2.6.1 - <i>Observações acerca das métricas escolhidas</i> .....	93
2.6.2 – <i>Modelos</i> .....	94
2.6.2.1 - Modelo <i>ICI-ECON</i> .....	94
2.6.2.2 - Modelo <i>ICI-DEF</i> .....	103
2.6.2.3 - Modelo <i>ICI-HighTech</i> .....	107
<b>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E ANÁLISE.....</b>	<b>112</b>
3.1 - Interpretação dos resultados.....	112
3.2 – Análise e discussão dos resultados.....	115
3.2.1 - <i>Estados Unidos</i> .....	118
3.2.2 - <i>Reino Unido</i> .....	127

3.2.3 – França .....	132
3.2.4 – Alemanha.....	136
3.2.5 - Itália.....	140
3.2.6 – Rússia .....	144
3.2.7 – China .....	150
3.2.8 - Israel .....	156
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>162</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>168</b>
<b>APÊNDICE A – Equiparação entre classificação de Intensidade Tecnológica da OCDE e classificação de produtos SITC (ONU).....</b>	<b>202</b>
<b>APÊNDICE B – Levantamento de Estudos Empíricos sobre Defesa e Crescimento.....</b>	<b>204</b>
<b>APÊNDICE C – Países inclusos nos cálculos de cada indicador.....</b>	<b>209</b>

## INTRODUÇÃO

Para Joseph Schumpeter (1934), o desenvolvimento econômico<sup>1</sup> seria impulsionado pela inovação<sup>2</sup>, por meio de um processo dinâmico, no qual novas tecnologias<sup>3</sup> substituem as anteriores (o que ele chama de “*creative destruction*”). As empresas detentoras das novas tecnologias se beneficiam de um monopólio temporário, dada sua vantagem comparativa, na qual se tornam *price-makers* no lugar de *price-takers*, isto é, determinantes dos preços, possibilitando lucros muito superiores. À medida que o novo conhecimento se difunde entre outras firmas (imitadoras ou rivais), cessa a vantagem comparativa e se retorna à concorrência perfeita até o ciclo se iniciar novamente.

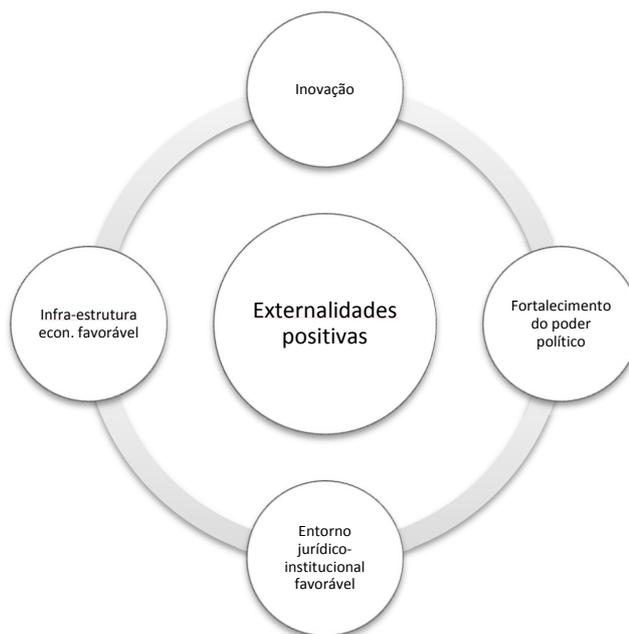
O ciclo schumpeteriano é bem descrito em Arrighi (1998). Quando um conjunto de empresas de uma determinada região começa a inovar, fortalece indiretamente o poder político local que, por sua vez, terá mais liberdade para construir um entorno jurídico-institucional e uma infraestrutura econômica mais favorável para as atividades de inovação. Isto gera um “processo circular e cumulativo”. Esse círculo virtuoso de crescimento (figura 1) corresponde ao fato de que o próprio processo de inovação cria as “externalidades que o retroalimentam”, implicando em uma polarização crescente da economia mundial em uma área periférica e em um núcleo orgânico.

---

<sup>1</sup> “Processo de crescimento de uma economia, ao longo do qual se aplicam novas tecnologias e se produzem transformações sociais, que acarreta uma melhor distribuição da riqueza e da renda” (TROSTER e MOCHÓN, 2002, p.333).

<sup>2</sup> Uma inovação é a implementação de um produto novo ou significativamente melhorado (bem ou serviço), ou processo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OECD, OSLO MANUAL, 2005, p. 46).

<sup>3</sup> Tecnologia, em termos econômicos, é definida como o estoque que uma sociedade possui de conhecimento técnico sobre as formas (técnicas ou métodos) como os bens e serviços podem ser produzidos em qualquer momento dado. (BEGG, STANLEY e DORNBUSCH, 2002, p.511).



**Figura 1 - Círculo virtuoso da inovação. Elaboração própria baseada em Arrighi (1998)**

Gilpin (2001, p. 140) endossa a assertiva de Arrighi afirmando que, historicamente, existe uma forte correlação entre tecnologia, economia e liderança política, de modo que a ascensão de determinadas nações (por ex., Inglaterra, Estados Unidos, Alemanha, Japão) a posições de proeminência no sistema internacional decorre da habilidade das mesmas de se aproveitar da 1ª e da 2ª Revolução Industrial. E acrescenta que os novos avanços tecnológicos da virada do século são tão centrais para a competitividade econômica e o poder nacional que “a luta para determinar quais países vão liderar e quais ficarão para trás no desenvolvimento e exploração dessas tecnologias revolucionárias está se intensificando” (GILPIN, 2001, p. 140).

Sakurai e outros, em estudo para a OCDE em 1996, estimaram as taxas de retorno (lucro) que pesquisa e desenvolvimento (P&D) gerou para a indústria nos anos 70 e 80, em diversos países. A média ficou em 15%; porém, na década de 80, a taxa no Japão alcança os 40% e o Canadá, 30%. A tecnologia implícita (ou seja, a que entra como intermediária na produção de um determinado bem ou serviço) em fluxos de bens de capital rendeu, em média, 130% nos anos 70 e 190% na década seguinte.

Embora seus textos atuais evidenciem a importância das novas tecnologias para o poder estatal, Gilpin já expressava sua crença na necessidade do desenvolvimento científico-tecnológico em trabalhos anteriores. Em 1981, ele postula que a posição final de um Estado no sistema internacional não é determinada por sua posição atual, mas sim pelo nível de poder do estado uma vez plenamente industrializado (GILPIN, 1981). Na sua visão, interações entre as

forças econômicas e as forças tecnológicas podem levar a mudanças na distribuição global das atividades econômicas, alterações nas vantagens comparativas entre as nações, nos padrões de comércio e, em última instância, transformações no posicionamento dos estados no sistema internacional em relação ao seu poder econômico e poder militar (GILPIN, 2001, p. 128).

Duas décadas antes, Organski (1958, p. 340) conferiu a mesma relevância ao papel da industrialização, declarando que “um país que se industrializa passa por uma transição de poder na medida em que passa de um estágio de pouco poder para outro de poder consideravelmente maior”.

Dessa percepção surge o termo *tecnonacionalismo*, acunhado por Ostry e Nelson (1995) para representar um momento histórico no qual a manutenção do controle sobre a tecnologia e o conhecimento é fundamental para o crescimento econômico<sup>4</sup> e para a competitividade internacional, levando empresas privadas e governos nacionais a buscarem cada vez mais frear a difusão de avanços tecnológicos.

Na Era da Informação<sup>5</sup>, os avanços tecnológicos desempenham um papel preponderante no sistema internacional. Atores não-governamentais, por meio da internet, podem se organizar no nível transnacional a baixo custo, tornando a linha que separa política internacional e política doméstica cada vez menos nítida. Através da rede, indivíduos podem aceder a informações antes confinadas às organizações burocráticas. A globalização permitiu a formação de complexas redes de relação que aumentam as possibilidades de interação estratégica, comércio internacional e investimentos (KEOHANE e NYE, 2001).

Na verdade, estabelecendo interdependência entre todos os setores da atividade humana, a globalização exacerba o caráter intrinsecamente relativo do poder e exige um olhar mais atento para arranjos cooperativos e relacionamentos que são simultaneamente ‘amigáveis’ e ‘competitivos’ (KEOHANE e NYE, 2001).

A grande contribuição teórica dos autores foi perceber que a interdependência não ocorre no mesmo nível em todos os países e que essa assimetria pode ser utilizada pelo Estado como uma forma de poder no sentido mais tradicional. As assimetrias na dependência permitem aos atores menos dependentes usar esse relacionamento como elemento de barganha política. Um ator menos dependente pode alterar seu relacionamento a um custo menor em relação ao

---

<sup>4</sup> “Processo sustentado ao longo do tempo, no qual os níveis de atividade econômica aumentam constantemente” (TROSTER e MOCHÓN, 2002, p. 317). “Taxa de câmbio da renda real ou a produção real” (BEGG, FISCHER e DORNBUSCH, 2002, p. 508).

<sup>5</sup> Também conhecida como Era Digital, representa o período atual da história humana caracterizado pela transição das atividades industriais tradicionais surgidas com a Revolução Industrial para uma economia baseada no conhecimento, em especial com o advento de novas tecnologias como microprocessadores, computador pessoal e fibra ótica.

mais dependente, podendo se utilizar desse fato como fonte de poder. Ainda mais, “assimetrias [no acesso à] informação podem propiciar o fortalecimento da parte menos vulnerável” (KEOHANE e NYE, 2001, p. 217). Em trabalho posterior Nye (1990) ressalta que “o poder está passando [das mãos] dos ricos em capital para os ricos em informação”.

Bell (1973, p. 20) profetiza a emergência de uma sociedade organizada em torno do conhecimento para fins de controle social e orientada à inovação e à mudança. Toffler e Toffler (1993, pp. 18-25) rotulam os avanços da Tecnologia da Informação ou TI (armazenagem e processamento de dados, microeletrônica, etc.) como constituintes de “uma terceira fase na evolução da civilização”.

Tellis *et. al.* (2000) consideram que a humanidade está no limiar de uma nova era, que seria caracterizada, fundamentalmente, pela presença de uma revolução centrada no conhecimento de base científica (“*science-based knowledge revolution*”). Os autores comparam as mudanças no modo de produção e na organização com as revoluções ocasionadas com o advento da agricultura e da indústria. “É de se esperar que altere as formas tradicionais de organização assim como a distribuição de poder dentro e entre as sociedades” (TELLIS *et. al.*, 2000, p. 2).

Três são as principais fontes de poder para o Estado segundo Toffler (1990): a violência, a riqueza e o conhecimento. A violência cumpre com uma função negativa, a punição; o poder econômico pode ser utilizado para punir (sanções econômicas) ou para recompensar (vantagens comerciais), porém “no contexto do século XXI, somente o conhecimento tem um poder de alavancagem que pode levar a transformações de fato” (TOFFLER, 1990). Deste modo, o conhecimento seria a chave para o poder nacional.

A indústria de defesa (ID)<sup>6</sup> combina os três tipos de poder supracitados, pois a produção industrial de armamentos (**violência**) mobiliza elevadas quantias **econômicas** (pelo menos US\$

---

<sup>6</sup> Delimitar o que é a indústria de defesa não é uma atividade simples. De modo geral, pode-se afirmar que a fabricação de armamentos, equipamentos militares e tecnologias para defesa caracteriza o setor. Contudo, como evidencia o SIPRI (2015), mais do que um setor industrial, a ID conforma um segmento que perpassa uma grande variedade de indústrias, tais como a aeroespacial, de construção naval, de tecnologias da informação, além das empresas que se dedicam especificamente à produção bélica. Várias empresas possuem produção diversificada, atendendo tanto ao mercado civil quanto ao de defesa (Mitsubishi Heavy Industries, Embraer S.A., Thales Group, Boeing, entre outras). Produtos podem ter uso civil e militar como, por exemplo, tecnologias de radar, satélite, processamento de dados. Não há, inclusive, códigos relativos à defesa (somente para armas leves) nos sistemas internacionais de classificação de produtos (HS, SITC). Do ponto de vista institucional, alguns países utilizam o termo Base Industrial de Defesa (BID). No Brasil, a BID engloba o conjunto das empresas estatais e privadas, bem como organizações civis e militares, que participem de uma ou mais das etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos de defesa” (BRASIL, Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005, Art. 2). Definição muito próxima se encontra no Livro Branco de Defesa Nacional (2012, p. 210): “A Base Industrial de Defesa (BID) é um conjunto de indústrias e empresas organizadas em conformidade com a legislação brasileira, que participam de uma ou mais das etapas da pesquisa, desenvolvimento, produção,

402 bilhões entre as 100 maiores empresas da área em 2013, de acordo com estimativas do SIPRI<sup>7</sup>), em um setor associado ao uso intensivo de **conhecimento**.

Werner Sombart (1913, pp. 3-10) já advertia a necessidade de lançar um olhar aprofundado sobre a relação entre guerra e desenvolvimento. Em que pese os efeitos negativos decorrentes de um conflito prolongado, como o desperdício de recursos, a perda de mão-de-obra e a instabilidade das trocas comerciais, a guerra traria externalidades como o estímulo à produção e à inovação, mudanças organizacionais e mobilização social. Seu objetivo central é responder ao questionamento: até que ponto e por que o capitalismo é um efeito da guerra? Em última instância, conclui Sombart que a guerra tem sido um importante instrumento na ascensão do capitalismo moderno. Igualmente, Momayezi (2006) aponta teóricos da opinião de que as compras governamentais de armamento por países em desenvolvimento constituiriam, também, uma tentativa de dinamizar a indústria local, atraindo investimentos, estimulando a competitividade, fomentando empregos e promovendo a transferência de conhecimento.

Condensando ainda mais a relação entre riqueza (crescimento econômico), conhecimento (inovação) e violência (indústria de defesa), está o *spin-off*, cujo argumento central é de que necessidades militares específicas para o desenvolvimento de novas tecnologias geram uma mobilização que não ocorre no âmbito civil, no qual a lógica do lucro e do mercado prevalecem. Deste modo, o meio civil pode vir a se apropriar das inovações bélicas que, inseridas na economia nacional, levariam a alavancagem tecnológica e econômica do país. Notório é o exemplo da Internet, que surgiu da iniciativa da DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) do desenvolvimento de uma rede de comunicação não vulnerável a um ataque soviético no período da Guerra Fria.

---

distribuição e manutenção de produtos de defesa<sup>7</sup>. Para o Departamento de Segurança Interna dos Estados Unidos (*Department of Homeland Security*), a BID constitui o complexo industrial a nível mundial que possibilita a investigação e o desenvolvimento, assim como a concepção, produção, entrega e manutenção de sistemas de armas militares, subsistemas, componentes ou peças, para atender às necessidades das Forças Armadas norte-americanas; incluindo entidades nacionais e estrangeiras, órgãos governamentais, empresas e seus subcontratantes que atuam sob contrato com o Departamento de Defesa (DoD), empresas prestadoras de materiais e de serviços para o DoD de caráter secundário e estabelecimentos de propriedade governamental operados por fornecedores ou pelo próprio governo. A infraestrutura comercial de prestadores de serviços (energia, comunicações, transportes) ou outras utilidades necessárias para que o DoD e as FFAA exerçam suas atividades não integra a BID (U.S. Department of Homeland Security, 2015). Para simplificar o texto, utilizar-se-á Indústria de Defesa e BID como termos intercambiáveis.

<sup>7</sup> O valor total das vendas de armas e serviços militares pelas 100 maiores empresas produtoras de armas e prestadoras de serviços militares do mundo (fora da China) em dólares constantes, base 2013 (SIPRI, 2014 –“Total arms sales for the SIPRI Top 100 2002-2013”).

Autores como, por exemplo, Brauer (1998), Fonseca (2000), Schwam-Baird (2006) e Mowery (2010), se debruçaram precisamente sobre a relação entre BID, desenvolvimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico.

No contexto nacional, inúmeras iniciativas governamentais recentes visam o fortalecimento da BID<sup>8</sup>, em princípio, para fins de desenvolvimento científico, tecnológico e econômico, de modo que a teoria do *spin off* atualmente é central na política industrial e militar brasileira.

Não obstante, estudos empíricos alcançam resultados divergentes. Em um levantamento<sup>9</sup> de mais de 80 trabalhos sobre o tema, identifica-se uma variedade de resultados<sup>10</sup>: 35,71% dos trabalhos encontram impacto negativo de gastos de defesa sobre crescimento econômico, desempenho da indústria, investimento ou desenvolvimento tecnológico; 21,43% apontam efeito positivo; 14,29% identificam uma relação não linear (com efeito positivo até um determinado ponto, revertendo para uma relação negativa após esse limiar) ou sem padrão aparente, variando de acordo com o período e os países estudados; 13,09% não identificam nenhuma relação, insignificante ou cujos efeitos positivo e negativo se anulam; e 15,48% estudam a direção da relação causal.

A revisão bibliográfica demonstrou certa unanimidade na seleção de *proxies*<sup>11</sup> para defesa baseadas em *input* (recursos empregados) e não *output* (resultados), crítica já levantada por Smith e Smith (1983).

Gastos militares, por exemplo, agregam custos que não se relacionam com a capacidade produtiva da indústria de defesa de um país, como gastos com de manutenção, folha de pagamentos e aquisições de armamento estrangeiro. Maior dispêndio com defesa não equivale a maior capacidade produtiva, o que é facilmente observável no ranking de países de acordo com gastos militares absolutos e gastos militares como percentagem do Produto Interno Bruto (PIB), do SIPRI<sup>12</sup>. A Arábia Saudita, em 2014, encontra-se em quarta posição em gastos

---

<sup>8</sup> Por exemplo, a Política de Defesa Nacional (PDN), a Política Nacional da Indústria de Defesa (Pnid), a Estratégia Nacional de Defesa (END) e a Medida Provisória (MP) 544, transformada posteriormente na Lei n.º 12.598, de março de 2012, que estabelece um Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (Retid) e dispõe sobre medidas de incentivo à indústria nacional.

<sup>9</sup> Apêndice B.

<sup>10</sup> Uma análise detalhada sobre esses estudos encontra-se na seção “Estudos Empíricos sobre a Relação entre Defesa e Crescimento Econômico”.

<sup>11</sup> Variável utilizada para substituir outra de difícil mensuração. Aproximação. Medida indireta. Quando não estão disponíveis dados diretos sobre uma variável, pode-se recorrer a uma variável “proxy”, que funciona como um indicador indireto do que se procura medir. Por exemplo, na ausência de dados sobre a renda per capita de uma determinada cidade, é possível inferir essa informação através de dados sobre a arrecadação de impostos (imposto de renda ou imposto sobre produtos industrializados), sim acessíveis.

<sup>12</sup> PERLO-FREEMAN *et al.* Trends in world military expenditure, 2014. SIPRI Fact Sheet.

absolutos (80,8 bilhões), na frente da França (62,3 bilhões) e do Reino Unido (60,5 bilhões), embora a indústria de defesa dos dois últimos países seja mais forte. Em termos de percentagem do PIB destinada à defesa, a Arábia Saudita fica em primeiro lugar (10,4%) e Estados Unidos em quarto lugar (3,5%), distorcendo ainda mais a análise por meio dessa variável. Investimento em P&D militar, por sua vez, desconsidera que P&D não necessariamente se converte ou resulta em inovações. (GIANNOPAPA *et. al.*, 2012, p. 10).

O indicador tradicional de crescimento econômico, PIB, igualmente não reflete diretamente o nível científico e tecnológico de uma economia pois, face à expansão cada vez maior do setor de serviços (incluído no cálculo) em detrimento dos setores industriais pode mascarar uma redução na produção real do mercado interno.

Uma complicação a mais reside no fato de que a indústria de defesa, em realidade, constitui um segmento que cruza diversas indústrias como TI, aeroespacial, transportes, comunicação, indústria naval, assim como indústrias específicas de produção de armamento e munição<sup>13</sup>.

Frente à importância crescente do *spin-off* para a política nacional e a discrepância entre teoria e resultados, é apropriado buscar uma nova abordagem para o tema, buscando contornar as limitações dos trabalhos empíricos anteriores. Royes e Bastos (2001) apontam a lógica *fuzzy* ou nebulosa<sup>14</sup> como solução para tratar de variáveis complexas e imprecisas, características das problemáticas em ciências sociais, pois coaduna teoria e dados de forma realística. “Utiliza-se este instrumental matemático para classificar ou reconhecer padrões a partir de regras estabelecidas a partir da teoria em estudo” (SALEJ, 2007, p. 102).

Nesta tese, o uso de lógica nebulosa é orientado à modelagem do raciocínio subjacente à lógica da complexidade econômica<sup>15</sup>, segundo a qual uma economia é tão mais complexa ou sofisticada quanto mais diversificada e de maior escala é a sua produção. Esta aproximação possibilita elaborar um indicador da complexidade da indústria de defesa centrado em produtos, contornando os entraves das variáveis de *input* e permitindo observar a evolução histórica do seu nível científico e tecnológico. Dada a interdisciplinaridade desta pesquisa, a mesma foi desenvolvida no âmbito de dois programas de pós-graduação. No Programa de Pós-Graduação

---

<sup>13</sup> Measuring arms production, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), disponível em [www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring\\_aprod](http://www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring_aprod). Acesso em 06/09/2015.

<sup>14</sup> Na teoria tradicional dos conjuntos, um elemento pertence a um dado conjunto ou não, isto é, admite somente dois valores, verdadeiro ou falso. A teoria dos conjuntos nebulosos permite graduar a intensidade que um elemento pertence a uma determinada classe, atribuindo a variáveis reais (intensidade tecnológica, tamanho) termos linguísticos tais como fraca, alta, médio, grande. Desse modo, possibilita trabalhar a incerteza com formalismo matemático (ZADEH, 1965).

<sup>15</sup> Elaborada na seção “Construção dos Modelos” em “Procedimentos Metodológicos”.

em Ciência Política (PPGCP/ICHF/UFF), teve como foco a avaliação empírica dos preceitos teóricos do *spin-off*, que constitui uma tese em ciência política de “tipo 2”, segundo a tipologia de Van Evera (2002). No programa de pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE/COPPE/UFRJ), centrou-se no desenvolvimento de método original para aferir o nível científico e tecnológico da indústria de um país.

### **Objetivo**

Esta pesquisa tem como objetivo, pois, a investigação sobre o *spin-off*, aplicando lógica *fuzzy* para estimar o nível de complexidade da indústria de defesa, da indústria de alta tecnologia (representando a inovação) e da indústria como um todo (complexidade econômica) por país<sup>16</sup> entre 1950 e 2012 a fim de explorar uma possível relação causal entre indústria de defesa, complexidade econômica e inovação, centrando-se em um aspecto específico do mesmo: a alavancagem do nível científico e tecnológico dos setores civis da economia. A relação entre a ID, o desempenho econômico e os sistemas nacionais de inovação (SNI) dos países com nível mais elevado de complexidade da indústria de defesa – Estados Unidos, Alemanha, China, França, Israel, Itália, Reino Unido e Rússia - é aprofundada em análise qualitativa para verificar a adequação dos resultados obtidos por meio de modelagem *fuzzy*.

### **Justificativa**

Em 2005, foram publicadas a Política de Defesa Nacional (PDN) e a Política Nacional da Indústria de Defesa (Pnid); em 2008, a Estratégia Nacional de Defesa (END) e a Medida Provisória (MP) 544, transformada posteriormente na Lei nº 12.598, de março de 2012, que estabelece um Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID) e dispõe sobre medidas de incentivo à indústria nacional. Completando os documentos oficiais que promovem a revitalização da BID brasileira, é publicado, em 2012, o Livro Branco de Defesa Nacional.

A Lei 12.598 fornece o marco jurídico para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa no Brasil. O RETID constitui um regime de desoneração tributária que visa reduzir os custos de produção das empresas legalmente credenciadas como estratégicas (Empresas Estratégicas de Defesa - EED) e estabelece

---

<sup>16</sup> Para a indústria de alta tecnologia e a indústria como um todo, os cálculos descritos na seção “2.6 – Modelos de Sistema de Inferência *Fuzzy* para Indicador de Complexidade Industrial” foram implementados para 172 países e para os anos de 1962 a 2012. Na mesma seção, estão explicitados os cálculos para a complexidade da indústria de defesa, calculada para 114 países e para os anos de 1950 a 2010. Na seção “2.5 – Seleção dos casos” são explicados os critérios para seleção dos casos pertinentes ao teste das hipóteses.

incentivos ao desenvolvimento de produtos considerados estratégicos (Produtos Estratégicos de Defesa - PED).

Para fomentar o fortalecimento dessas empresas, também é criado um plano de apoio conjunto entre a Finep, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Ministério da Defesa e a Agência Espacial Brasileira, chamado “Inova Aerodefesa”. A ideia é contemplar empresas que favoreçam a pesquisa, o desenvolvimento e inovação das cadeias produtivas dos setores aeroespacial, de defesa e de segurança.

Segundo Baena Soares (2015), a associação entre defesa e desenvolvimento constitui o alicerce da concepção doutrinária da BID. Para o autor, a indústria de defesa promove de fato o desenvolvimento por ser fonte de inovações, de renda e de emprego:

Grande parte das tecnologias desenvolvidas para a defesa tem aplicação dual. Estudos europeus indicam que 60% da pesquisa em defesa têm transbordamento para o âmbito civil, contra 20% em sentido inverso. Para cada euro investido em produtos estratégicos, o Estado recuperaria 1,6 euro. [...]. Adicionalmente, o elevado teor tecnológico desses produtos leva a que o setor de defesa apresente os melhores indicadores, em comparação a outras atividades econômicas, no que tange à agregação de valor (Baena Soares, 2015, p. 52).

Não obstante, Dagnino (2009), em análise sobre as políticas públicas de defesa no Brasil, adverte da presença de grupos de articulação (*policy network*<sup>17</sup>) que buscam influenciar o processo de elaboração dessas políticas a fim de avançar sua agenda particular<sup>18</sup>, em especial a “rede da revitalização” da indústria de defesa. Esse grupo, ao apelar à racionalidade, estaria mascarando os interesses individuais subjacentes: “[...] ao contrário do que se quer fazer crer, os argumentos apresentados como se fossem advindos de avaliações de caráter econômico ou tecnológico (e, por isso, de natureza ‘técnica’) são, na realidade, de caráter político” (DAGNINO, 2009, p. 64).

Levando-se em consideração a ausência de conformidade nos resultados dos estudos empíricos<sup>19</sup> sobre o tema, cabe, realmente, retomar esse debate a fim de lançar uma nova luz, ou agregar uma nova perspectiva a esse embate.

---

<sup>17</sup> “As *policy network* podem ser entendidas como um sistema de governança onde vários atores estabelecem múltiplas ligações (que podem ser comunicações confidenciais, suporte político, colaboração estratégica, obrigação formal de reportar e consideração de interesses de outros autores no seu próprio processo decisório) no âmbito do processo de negociação” (RAAB, 2004 *apud* DAGNINO, 2009).

<sup>18</sup> “Os problemas percebidos por um ator ou grupo social envolvido com uma política (a partir de sua perspectiva de valores, crenças, posturas político-ideológicas e interesses) compõe sua agenda particular. Entre as agendas particulares está a agenda de governo, que expressa os valores e interesses daqueles que governam” (DAGNINO *et al.*, 2002 *apud* DAGNINO, 2009).

<sup>19</sup> Descritos na seção “Estudos Empíricos sobre a Relação entre Defesa e Crescimento Econômico”.

Royes e Bastos (2001) sugerem a aplicação de técnicas com base em lógica nebulosa para modelar os problemas estudados pela ciência política, uma vez que possibilitam o tratamento de assuntos complexos e imprecisos, característicos da área. Inclusive, antecipavam que, por esses motivos, sua utilização tenderia a crescer entre cientistas sociais.

Essa expectativa não parece ter se concretizado. Buscas no “Banco de teses” hospedado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nas áreas de conhecimento “Ciência Política”, “Relações Internacionais” e “Economia” por teses contendo o termo “*fuzzy*” ou “lógica nebulosa” em qualquer campo retorna “nenhum registro encontrado” (14/09/2015). Buscas na ferramenta de pesquisa Google apontam para apenas alguns artigos e dissertações brasileiras que se limitam à utilização de *fuzzy* para formulação de tipologias com a ferramenta GoM (Grade of Membership), para a qual já existem soluções em software disponíveis<sup>20</sup>.

Todavia, limitar-se a esse enfoque configura uma subutilização do potencial dessa metodologia. Oliveira Júnior (1999), destaca a capacidade da lógica *fuzzy* de capturar a imprecisão e as várias nuances do raciocínio humano, possibilitando a análise de sistemas de extrema complexidade, cuja modelagem por ferramentas convencionais pode até se demonstrar impossível.

Dois são os principais pontos de originalidade desta tese: (1) a aplicação de lógica *fuzzy* para modelar esse problema de pesquisa, que é de pouca utilização em ciência política no Brasil; e (2) a análise da indústria de defesa por meio de um enfoque centrado em *output*, não *input*.

Diversos estudos econométricos buscaram abordar a mensuração da complexidade econômica e obtiveram resultados promissores, identificando essa medida como melhor previsora de crescimento futuro do que o PIB, comprovando sua relação com a capacidade produtiva dos países (HIDALGO e HAUSMANN, 2009; ABDON *et. al.*, 2010; HAUSMANN *et. al.*, 2011; TACHELLA *et. al.*, 2012 PONCET e WALDEMAR, 2013; e CRISTELLI *et. al.*, 2013).

Todavia, ainda não há consenso estabelecido sobre a formalização matemática para um indicador de complexidade econômica. Com o objetivo de aplicar essa medida também ao caso da indústria de defesa, que demanda adaptações na fórmula matemática existente, é desenvolvida uma abordagem *fuzzy* para modelar a lógica subjacente aos indicadores de complexidade, explicada em detalhe no capítulo de “Procedimentos Metodológicos”.

---

<sup>20</sup> Simple GoM, GoM3, DSI GoM, entre outros.

Logo, um aspecto central nesta tese é a proposta de um novo método de medição de complexidades com o uso de lógica nebulosa, visando contornar limitações de trabalhos prévios sobre a relação entre defesa e desenvolvimento e, também, o debate sobre a formalização econométrica de um indicador de complexidade econômica.

A pesquisa divide-se em quatro capítulos. No primeiro capítulo, delinea-se o enfoque conceitual e teórico sobre o *spin-off*, desde sua inserção em diferentes tradições econômicas à evolução histórica do mesmo e o recorte epistemológico adotado. Conclui-se com o detalhamento das hipóteses à luz das considerações levantadas. O segundo capítulo descreve os procedimentos metodológicos, revisando brevemente os conceitos de lógica *fuzzy* e de complexidade econômica. São apresentados os modelos e variáveis formuladas. No terceiro capítulo, procede-se à apresentação e análise dos resultados obtidos. No quarto e último capítulo, expõem-se as considerações finais e proposta de estudos futuros.

## CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA TEÓRICO-CONCEITUAL

A fim de contextualizar os parâmetros que orientaram a formulação dos modelos, faz-se necessária uma revisão teórico-conceitual e revisão da literatura empírica sobre o *spin-off* e, mais amplamente, sobre defesa, crescimento e desenvolvimento.

### 1.1 - Defesa e crescimento

“O grande objeto da economia política de cada país é aumentar a riqueza e o poder desse país” afirma Adam Smith em sua renomada “A Riqueza das Nações” (or. 1776, 2010, p. 351). O pensamento teórico dos séculos XVII e XVIII estabelecia claramente a relação entre poder e riqueza, considerando-os “objetivos conjuntos da política nacional, cada um reforçando e promovendo o outro (VINER, 1948, p. 15).

Whiston (orig. 1693, 2012, p. 3) assinala o impacto da introdução das armas de fogo na guerra que se torna mais uma empreitada financeira do que emprego de homens. “[...] o sucesso acompanha aqueles que mais e por mais tempo podem gastar dinheiro” (WHISTON, 2012, p. 3).

São discutidos os diferentes canais pelos quais os gastos com defesa podem afetar o desempenho econômico em Peled (2001): (a) aumento da segurança, o que aumenta o bem estar social; (b) alocações de defesa podem aumentar a produtividade total dos fatores produtivos<sup>21</sup>, através do treinamento de uma força de trabalho altamente qualificada, por meio da criação de infraestrutura, do aumento do progresso técnico<sup>22</sup> por meio de P&D e encorajando *spin-offs*<sup>23</sup>;

---

<sup>21</sup> Recursos ou fatores de produção são os elementos básicos utilizados na produção de bens e serviços, tradicionalmente divididos em três grandes categorias: terra, trabalho e capital. Terra se refere não só a terra cultivável e urbana, mas igualmente a recursos naturais. Trabalho, às faculdades físicas e intelectuais das pessoas que participam da atividade produtiva. Capital engloba a maquinaria, equipamentos, fábricas, em suma, a infraestrutura utilizada no processo produtivo (TROSTER e MOCHON, 2022, p. 9-10).

<sup>22</sup> Progresso, segundo o dicionário Houaiss (2004), significa aperfeiçoamento. Assim, progresso técnico pode ser entendido, aqui, como aperfeiçoamento (ampliação e/ou melhoria) do estoque de conhecimento técnico sobre a produção de bens ou serviços. Melhorias na tecnologia possibilitam reduzir os custos de produção de modo que as empresas podem elevar a quantidade oferecida de um bem ou serviço para um mesmo preço. (TROSTER e MOCHÓN, 2002, p. 139-143).

<sup>23</sup> Definido mais amplamente na seção “1.3 – O que é *Spin-Off*? ”.

(c) custo de oportunidade<sup>24</sup> ou *crowding out*<sup>25</sup>; e (d) desvio de cérebros de setores civis para os de defesa.

Igualmente, Smith e Smith (1980) elencam formas pelas quais os gastos militares podem influenciar no crescimento econômico, listando aspectos positivos e negativos:

1. Alocação de recursos e mobilização: custo de oportunidade e *crowding out*, divergindo recursos de investimentos e de outros gastos em bem-estar da população por um lado. Por outro, pode se utilizar a defesa para melhorar infraestruturas, mobilizar recursos e criar demanda, dinamizando a economia.
2. Organização da produção: um amplo setor bélico pode ter um efeito modernizador, com relação a treinamento e organização. Também pode criar um efeito bolha, indústria dissociada das necessidades econômicas.
3. Estrutura sócio-política: os militares podem ser resistência dos trabalhadores e modernização. Por outro lado, um governo militar pode constituir um desastre econômico.
4. Relações internacionais: despesas militares podem prover maior segurança, impor respeito internacional e promover desenvolvimento. Mas também pode incentivar conflito (corrida armamentista) e levar à dependência de auxílio financeiro por causa de desequilíbrios na balança de pagamentos (SMITH e SMITH, 1980).

Estudos sobre a relação entre defesa e crescimento econômico abordam um ou vários dos canais listados acima, cabendo, portanto, divergir brevemente dos objetivos desta tese para elucidar as teorias de crescimento que delineiam esses trabalhos.

Nas abordagens econômicas clássicas, acredita-se que a economia tende ao equilíbrio, tendo como um dos pilares a “Lei de Say”. (SAY, 1865). De forma sucinta, Say argumenta que

---

<sup>24</sup> “Quando decidem gastar ou produzir, governos, empresas ou famílias estão renunciando a outras possibilidades. [...] Custo de oportunidade [...] é a quantidade de outros bens ou serviços a que se deve renunciar para obter [esses bens ou serviços]”. (TROSTER e MOCHON, 2002, p. 12). Considerando uma determinada economia, com uma dada tecnologia e uma dotação fixa de fatores de produção que estão sendo plenamente utilizados, na qual se produz apenas dois tipos de produtos – trigo e algodão – para produzir mais trigo, haveria de se diminuir a produção de algodão. O incremento da produção de trigo tem, pois, um custo de oportunidade da quantidade de algodão que se deixa de produzir. A fronteira ou curva de possibilidades de produção representa graficamente esse “*trade-off*” entre a produção de trigo e a de algodão, dados os pressupostos especificados. Diz-se que uma economia se situa sobre a fronteira quando todos os fatores de que dispõe estão sendo utilizados para a produção de bens e serviços (TROSTER e MOCHON, 2002, p. 13-15).

<sup>25</sup> *Crowding out* relaciona-se às abordagens clássicas e neoclássicas em que dada uma capacidade produtiva limitada (ver “fronteira de produção”, nota acima), qualquer atividade adicional do Estado só pode ser financiada às custas do setor privado. Gastos públicos, ou investimento governamental, geram, nessa perspectiva, um efeito de deslocamento dos gastos ou investimentos privados (SPENCER e YOHE, 1970, p. 15). O Estado dispõe de três formas para aumentar seu orçamento: impostos, emissão de notas e empréstimos. Caso o governo financie seus gastos adicionais por meio do aumento dos impostos, a renda líquida individual será reduzida, afetando a capacidade individual (privada) de investimento (menos percentagem da renda pode ser destinada ao investimento). Políticas de emissão monetária poderiam gerar inflação, reduzindo os salários e lucros reais da população, incidindo no caso anterior. O exemplo mais utilizado para *crowding out*, no entanto, é o de financiamento dos gastos públicos através de empréstimos. Em uma economia atuando em sua capacidade máxima, o aumento do déficit orçamentário governamental poderia criar competição entre o Estado e o setor privado por recursos escassos para investimento, resultando em elevação das taxas de interesse (pelo aumento da demanda por moeda), redução de investimento privado ou redução no consumo.

“[...] é a produção que cria a demanda por produtos”. A função do dinheiro resumir-se-ia a transferir renda:

[...] transferir para as suas mãos o valor das mercadorias que seus clientes venderam com o propósito de comprar de você, assim como sua próxima compra transferirá para outra pessoa o valor dos produtos que você vendeu (SAY, 1855).

Isto é, para poder comprar é necessário antes vender. A demanda agregada é considerada igual à oferta agregada. Se os indivíduos produzem com a finalidade de comprar, a renda (produção) não utilizada no consumo presente será destinada para o consumo futuro. Posto de outro modo, é necessário primeiramente poupar para depois se investir. Assim, nas teorias clássicas, poupança equivale a investimento em uma perspectiva *ex ante*, não implicando em redução na demanda, porém, para aumentar a poupança seria imprescindível reduzir o consumo.

Keynes (1978), contudo, define essa equivalência entre poupança e investimento desde uma perspectiva *ex post*, em que a renda obtida através do investimento é que gera a poupança. O economista propõe que o enriquecimento de um país não se dá pelo ato negativo de indivíduos não gastarem toda a sua renda, mas pelo ato positivo de usar essas poupanças para aumentar o estoque de capital. Cria, então, o conceito de demanda efetiva (consumo mais investimento). A retenção de valores monetários para entesouramento implica, para Keynes, que esse saldo não é investido em bens de capital, impactando negativamente na produção, o que reduz a renda e, conseqüentemente, reduz o consumo, inibindo a oferta subsequente e, portanto, o emprego. Logo, o desemprego seria resultado da demanda insuficiente por bens e serviços na economia. Isto é, a demanda determinaria a oferta.

Matematicamente o modelo keynesiano pode ser representado por:

$$Y = C + I + G + (X - M)$$

- onde  $Y$  é a renda nacional;
- $C$  é o consumo
- $I$  corresponde ao investimento
- $G$  ao gasto público
- $X$  é o total das exportações
- $M$  são as importações de modo que
- $(X - M)$  representa a demanda líquida do setor externo.

Sendo assim, o Estado poderia estimular o crescimento econômico (aumentar a renda) através de incentivos ao consumo, investimento e aumento dos gastos governamentais (salvo por aumento nos impostos porque desestimularia o consumo).

Um aumento nos gastos públicos (que incluiria investimento governamental) geraria um efeito multiplicador, pois um aumento na renda de um indivíduo eleva sua propensão marginal a consumir (percentagem que uma pessoa gasta por cada unidade extra de renda). O consumo desse indivíduo por sua vez eleva a renda de outros indivíduos em um efeito cascata de progressão geométrica. O retorno do investimento seria, então, proporcionalmente maior do que o investimento inicial. “Quando há um incremento no nível de investimento agregado, a renda irá aumentar em uma quantidade que é “K” vezes o incremento inicial”. (KEYNES, 1936, p. 115).

O multiplicador oferece uma:

[...] explicação sobre como flutuações no investimento, que representam comparativamente uma pequena proporção da renda nacional, conseguem gerar flutuações no emprego agregado e na renda agregada muito maiores do que o seu próprio volume (KEYNES, 1936, p. 122).

A explicação neoclássica para o crescimento econômico de longo-prazo foi baseada, principalmente, nos modelos de economia formal desenvolvidos por Robert Solow no final dos anos 50<sup>26</sup>. De acordo com esse teórico, o crescimento econômico é resultante da acumulação de capital, trabalho e progresso tecnológico, sendo os dois primeiros os chamados fatores de produção e o último, fator exógeno à acumulação de riqueza. Essa relação entre fatores de produção e rendimentos tende a um equilíbrio: o capital é acumulado por meio da poupança (que é considerada equivalente ao investimento), mas o nível de capital por trabalhador diminui com a depreciação do mesmo e com o crescimento da população.

Aplicando-se cada vez mais capital a uma tendência dada de crescimento populacional resulta em uma produtividade marginal decrescente, também conhecida por “lei de retornos marginais decrescentes” ou “lei dos rendimentos decrescentes”<sup>27</sup>. Em outras palavras, cada incremento no capital gera menos impacto nos rendimentos com a tendência de rendimentos nulos no longo-prazo.

---

<sup>26</sup> Para uma análise mais detalhada, ver Sachs e Larrain (1993) ou Begg, Stanley e Dornbusch (2002).

<sup>27</sup> “Dada como inalterada a capacidade tecnológica de uma economia, as modificações positivas no suprimento de um ou mais recursos físicos de produção poderão provocar a expansão da sua capacidade final de produção. Todavia, na hipótese de se registrar a fixidez de um ou mais recursos, os aumentos na capacidade serão menos que proporcionais, tornando-se decrescentes ou mesmo nulos a partir de certo ponto” (ROSSETTI, 1977, p. 145).

Como consequência, a economia chega a um estado em que, na ausência de progresso tecnológico, o capital por trabalhador permanece constante e o crescimento econômico cessa dando lugar ao chamado estado estacionário. O processo pelo qual um país continua crescendo apesar dos retornos marginais decrescentes é exógeno e ocorre pela criação de novas tecnologias que permitem aumentar a produtividade com a mesma dotação de recursos.

Seguindo esse raciocínio, os países mais ricos (os ditos países desenvolvidos) teriam um desempenho econômico mais lento enquanto que os países em desenvolvimento cresceriam com maior velocidade. “Ao longo do tempo, a difusão de capital, tecnologia e *know-how* dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento faria com que convergissem para o mesmo estágio de desenvolvimento”. (ROSTOW, 1980). Assim, o “*gap*” persistente entre países “ricos” e “pobres” permanece não explicado dentro desse paradigma. Uma crítica recorrente sobre a teoria neoclássica é que a tecnologia é entendida, por esses autores, como um fator exógeno ao crescimento econômico e como um bem público cujo acesso é livre a qualquer empresa em qualquer parte do mundo. O que se observa, no entanto, é a presença de economias de escala, concorrência imperfeita e apropriação, pelo menos temporária, de tecnologias.

Romer (1986, 1990) busca contornar essa contradição explicando o crescimento permanente pela acumulação de conhecimento, que constituiria uma forma de capital sobre a qual não opera a lei dos rendimentos decrescentes, pelo que pode ser acumulado ilimitadamente. Além disso, é não-rival<sup>28</sup>, ou seja, sua utilização por diferentes empresas ou indivíduos não reduz a sua disponibilidade e não é exaurível com o uso (não há depreciação<sup>29</sup>). Ademais, não pode ser totalmente excludível<sup>30</sup>, de modo que propicia externalidades<sup>31</sup> que impulsionam o processo de crescimento.

Teorias econômicas, como a “Teoria do Crescimento Endógeno” (*the New Growth Theory*), a “Nova Geografia Econômica” (*the New Economic Geography*) e a “Nova Teoria do Comércio” (*the New Trade Theory*), surgem, então, para suprir falhas do pensamento *mainstream* ou ortodoxo. Gilpin (2001, p. 107) revisa essas iniciativas e como tratam o papel da tecnologia:

---

<sup>28</sup> Um bem é considerado rival quando o seu consumo por um indivíduo reduz a quantidade disponível do mesmo para os demais, como, por exemplo, petróleo (ROSSETTI, 1977, p. 145).

<sup>29</sup> Inicialmente, não se considerou o efeito da obsolescência.

<sup>30</sup> Seu uso não pode ser completamente impedido.

<sup>31</sup> Uma inovação que aumenta a produtividade inicialmente introduzida em uma firma, eventualmente se difunde para outras firmas impactando na produtividade agregada. Assim, um aumento de capital em uma empresa aumenta a produtividade em outras empresas (BEGG, FISCHER e DORNBUSCH, 2002, p. 519).

Essas novas teorias permitem a inclusão da tecnologia ou conhecimento como um [terceiro] fator de produção. As taxas de crescimento das economias nacionais, o padrão do comércio internacional e a própria estrutura da economia internacional estão cada vez mais dependentes da capacidade de inovação tecnológica de um país. [Isto] por sua vez, resultou no elevado interesse de todos os governos de fortalecer tecnologicamente suas economias e estimulou o ‘tecnacionalismo’: esforços governamentais para evitar a difusão de suas tecnologias mais importantes. A competição entre as economias nacionais pela superioridade tecnológica tornou-se uma característica importante da economia política internacional (GILPIN, 2001, p. 107).

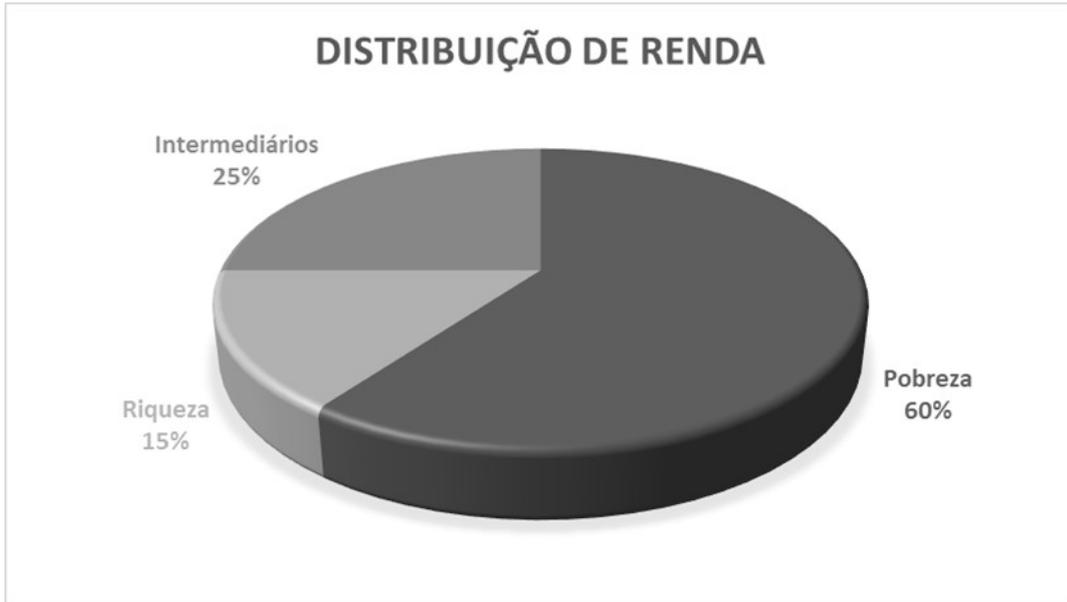
O papel preponderante da tecnologia para o desenvolvimento econômico é reconhecido até na própria definição do termo, caracterizado por Troster e Mochón (2002, p. 333) como o “processo de crescimento de uma economia, ao longo do qual se aplicam novas tecnologias e se produzem transformações sociais, que acarreta uma melhor distribuição da riqueza e da renda”. Crescimento econômico seria, então, na percepção dos autores, “um aspecto de outro processo mais geral: o desenvolvimento de uma sociedade que provoca, ao longo do tempo, mudanças fundamentais em sua organização e em suas instituições” (TROSTER e MOCHÓN, 2002).

Amaro (2003) salienta a influência do contexto internacional no surgimento do conceito de desenvolvimento pós-Segunda Guerra Mundial<sup>32</sup>. O período do pós-guerra foi marcado pelo processo de reconstrução europeia, visando retomar “seus caminhos de progresso e riqueza, ou seja, de desenvolvimento” (AMARO, 2003, p. 4). A situação de confronto durante a Guerra Fria demandou a formação de uma base de acumulação produtiva que sustentasse a corrida armamentista e a corrida científica e tecnológica, conectando inovação científica e tecnológica ao progresso. Em conjunção com a adoção das ideias de Keynes sobre intervenção estatal na economia, ao contrário das correntes anteriores que defendiam o papel auto regulador do mercado, o Estado passa a ser visto como agente determinante na realização do progresso e do crescimento.

Arrighi (1998) observa, entre 1938 e 1983, uma tendência à concentração de riquezas nas mãos de um número reduzido de Estados, que representam apenas aproximadamente 15% da população mundial. Em contrapartida, há concentração de pobreza em um grupo de países correspondente a 60%. Os restantes 25% residem em Estados que ocupam uma posição intermediária entre os chamados “polos da pobreza e da abundância” (ARRIGHI e DRANGEL, 1986, p. 43 *apud* ARRIGHI, 1998).

---

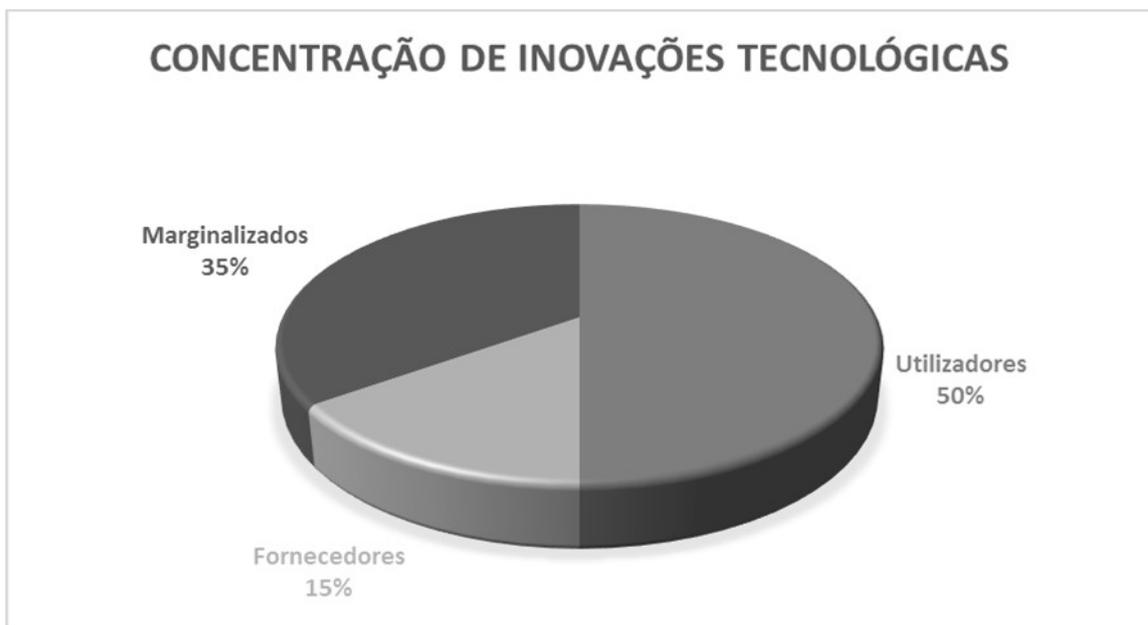
<sup>32</sup> Amaro (2003, p. 4) aponta diversos autores que associam o nascimento do conceito de desenvolvimento no período imediatamente posterior à guerra: Arndt (1987, pp. 1-54), Brasseul (1993, pp. 25-26), Bustelo (1999, pp. 103-113), Cypher e Dietz (1997, pp. 135-137) e Hunt (1989, pp. 44-47).



**Figura 2 - Distribuição mundial de renda. Elaboração própria baseada em ARRIGHI (1998)**

Percentagens semelhantes para a concentração de inovações tecnológicas são apontadas por Sachs (2000 *apud* LONGO, 2004):

Uma pequena parte do planeta, responsável por cerca de 15% de sua população, fornece quase todas as inovações tecnológicas existentes. Uma segunda parte, que engloba metade da população mundial, está apta a adotar essas tecnologias nas esferas de produção e do consumo. A parcela restante, que cobre por volta de um terço, vive tecnologicamente marginalizada – não inova no âmbito doméstico nem adota tecnologias externas.



**Figura 3 - Distribuição mundial de inovações tecnológicas. Elaboração própria baseada em Sachs (2000)**

Evidências de que a existência de clubes de convergência dos níveis de renda *per capita* é resultado de diferenças na capacidade tecnológica, apoiando a percepção schumpeteriana do papel preponderante da inovação, são apontadas por diversos estudos recentes, como Nakajima (2003), Howitt e Mayerfoulkes (2002) e Castellacci e Archibugi (2008). Esses autores identificam três grupos de países:

1. Os países avançados ou desenvolvidos, condutores da atividade inovadora;
2. Países intermediários, que são capazes de imitar e reproduzir as tecnologias estrangeiras;
3. Países retardatários, que não são capazes de inovar, nem de imitar.

Em uma aproximação semelhante de classificação, Krause (1992, pp. 26-33) separa os países em três grupos de acordo com o nível de suas indústrias de defesa. No primeiro *tier*<sup>33</sup>, enquadra os “inovadores críticos”, os produtores de armas cuja capacidade se encontra na fronteira tecnológica de produção bélica (EUA e URSS/Rússia). No segundo *tier*, encontram-se os países que adaptam e modificam as tecnologias militares avançadas (maior parte da Europa Ocidental). O terceiro engloba o restante dos países, que conseguem apenas copiar e reproduzir as tecnologias de defesa existentes.

Bitzinger (2009, p. 67) qualifica os três *tiers* de modo distinto. O primeiro *tier* coincide em definição com Krause (1992), mas o autor classifica os EUA e os quatro maiores produtores europeus (Reino Unido, França, Alemanha e Itália) nesse patamar. O segundo *tier* inclui uma variedade de países: (a) países industrializados com uma indústria de defesa pequena, mas sofisticada (Austrália, Canadá, Suécia, etc.); (b) países em desenvolvimento ou recentemente industrializados, com uma indústria de defesa modesta (Argentina, Brasil, África do Sul, etc.); (c) países em desenvolvimento com grande indústria de defesa, de base ampla, mas ainda sem P&D independente e sem capacidade industrial para a produção e desenvolvimento de armas convencionais altamente sofisticadas (Índia). Os países com uma capacidade produtiva da BID muito limitada e de baixa intensidade tecnológica situam-se no último *tier*.

Dentro da perspectiva da relação entre defesa e crescimento econômico, Dunne *et al.* (2005) resumem os efeitos do dispêndio militar em efeitos na oferta, efeitos na demanda e efeitos na segurança.

---

<sup>33</sup> Nível ou patamar.

Efeitos na oferta operam por meio da disponibilidade dos fatores de produção e tecnologia que determinam, para os neoclássicos, a produção<sup>34</sup>. Dunne *et al.* (2005) citam o possível diferencial da mobilização militar dos fatores de produção por meio do recrutamento obrigatório, de “fervor ideológico”, especialmente na presença de ameaças à segurança. Porém, em sua percepção, os recursos mobilizados são utilizados para fins militares, indisponibilizando-os para uso civil.

Efeitos pelo lado da oferta também contabilizam externalidades como, por exemplo, o efeito do treinamento militar, que pode incrementar a produtividade do fator trabalho, aumentando a qualificação da força de trabalho por meio do treinamento militar (cujo impacto é refletido no resto da economia quando os trabalhadores migram para os setores civis).

Efeitos pelo lado da demanda podem incluir, considerando os pressupostos econômicos ortodoxos, custo de oportunidade e *crowding out* de investimento e consumo privados. A forma e extensão do *crowding out* (ver nota 25) depende de como for financiada a elevação dos gastos públicos: por meio de cortes em outros gastos públicos, aumento dos impostos, de empréstimos ou expansão da oferta monetária. Alterações no investimento por parte do governo também podem alterar a composição dos recursos econômicos (fatores de produção), com efeitos no *output* comercial. Ram (1995, p. 21 *apud* FRANKO, 2003) acrescenta que gastos militares são essencialmente não produtivos, pois não é possível comer um míssil ou o utilizar para a fabricação de outros bens. Porém, parte desses gastos é destinada à construção de infraestrutura (melhorando a produtividade) e ao pagamento de salários e pensões (o que estimula a demanda).

Efeitos relativos à segurança derivam da necessária estabilidade para a operação dos mercados. Segurança, face às ameaças externas e domésticas, incentiva investimentos e inovação. Na medida em que dispêndios com defesa aumentam a segurança, podem aumentar

---

<sup>34</sup> Função de produção (ou função produção) indica a produção máxima que se pode obter dada uma determinada quantidade de fatores de produção e dado o nível da tecnologia disponível. (BEGG, STANLEY e DORNBUSCH, 2002, p. 509). Matematicamente, é expressada por:

$$Y = A \times f(K, L)$$

- Onde  $Y$  é *output* total
- $K$  é o estoque de capital
- $L$  é o trabalho
- $A$  representa a tecnologia disponível

A função  $f(K, L)$  indica a produção obtida dada uma certa quantidade de capital e trabalho. Mudanças na produção que não podem ser interpretadas por mudanças nos *inputs* de capital e trabalho são atribuídas ao progresso tecnológico. Quando este ocorre, viabiliza uma maior produção com a mesma quantidade dos fatores de produção.

igualmente a produtividade. Não obstante, também pode conduzir à corrida armamentista e até mesmo conflito.

Referindo-se especificamente à inovação, Mowery (2010) enumera como P&D militar e aquisições podem influenciar no desenvolvimento científico e tecnológico:

1. Financiamento militar para novos corpos de conhecimento científico ou de engenharia que promovem inovação em aplicações civis e de defesa.
2. *Spin-offs*, onde os programas de P&D militar produzem tecnologias com aplicações civis e militares. Os *spin-offs* ocorrem mais significativamente nos estágios iniciais do desenvolvimento de novas tecnologias, já que esses estágios apresentam uma sobreposição substancial entre aplicações relacionadas com defesa e aplicações civis. Conforme a natureza da tecnologia, há maior diferença entre usos civil e militar e os benefícios do *spin-off* se reduzem.
3. Contratos de defesa podem afetar o investimento em P&D de firmas da indústria de defesa de forma direta e indiretamente afetando o desenvolvimento de novas tecnologias. Os canais de interação entre *spin-off* e aquisições são mais significativos quando os requisitos de novas tecnologias civis e militares se solapam. Como consequência, a influência da P&D militar e de aquisições decaem quando a tecnologia amadurece.

Schwam-Baird (2006) elenca diversas motivações para os países em desenvolvimento buscarem a chamada “industrialização militar”: 1) países que estão inseridos em um ambiente de segurança hostil em que a confiabilidade do suprimento de armas é uma necessidade de segurança; 2) fatores políticos como o desejo de diminuir a dependência de fornecedores externos, assim como o potencial uso da venda de armas como um instrumento político ou para aumentar um ganho no prestígio nacional; 3) defensores da industrialização militar estão confiantes na promessa de que tais programas de fomento servirão como motores de industrialização em geral, aquisição de tecnologia e desenvolvimento econômico; 4) objetivos econômicos intrínsecos às políticas, que são os ganhos que poderão advir do lucrativo mercado de armas.

Brauer (1998) vai além e analisa as motivações estratégicas da política de criação e manutenção de uma base industrial de defesa em países em desenvolvimento. A *US Arms Control and Disarmament Agency* (ACDA) ressalta como a produção de material bélico é um processo industrial que depende de inúmeros elementos. Fatores como o nível total de industrialização, a existência de uma infraestrutura econômica adequada, de trabalhadores bem qualificados, de ligações com outras indústrias para suprimento de matérias-primas assim como o “marketing de produtos”, certo grau de apoio e proteção do Estado e a existência de um mercado interno e externo que absorva a produção (ACDA, 1997).

De forma mais geral, pode-se tomar investimento em defesa como um tipo de investimento público. Estudos econométricos<sup>35</sup> atestam um impacto significativo e positivo do investimento governamental nos níveis de renda, de forma direta e indireta. Diretamente,

[...] através da variação na renda provocada por uma variação do capital público e [indiretamente] por meio do efeito positivo do aumento do capital público sobre a produtividade marginal dos insumos privados (trabalho e capital) (REIS, 2007).

Por exemplo, investimentos públicos em infraestrutura como energia, transporte, sistemas de comunicação podem aumentar a produtividade e, conseqüentemente, o lucro de investimentos privados, produzindo um efeito de *crowding in*<sup>36</sup> (REIS, 2007). Lichtenberg (1995) identifica um impacto positivo do financiamento governamental: um aumento de 1 USD em vendas para o governo aumentou o investimento em P&D privada em 9,3 centavos de dólar, enquanto que o aumento de 1 USD em vendas não governamentais só aumentou o investimento em P&D em 1,7 centavos de dólar (LICHTENBERG, 1995).

Relação semelhante é encontrada para P&D financiada pelo governo e P&D civil. Diversos estudos confirmam o efeito positivo do financiamento público, embora discreto (HALL e VAN REENEN, 1999; DAVID e HALL, 2000; LACH, 2000; e GUELLEC e van POTTELSBERGHE, 2001)<sup>37</sup>.

Rossetti (1977) acrescenta, sobre o papel do investimento público, o que ele chama de “dilema das espadas e dos arados” (ROSSETTI, 1977, p. 153). Esse dilema parte dos

<sup>35</sup> Ver Erenburg (1993), Ferreira (1996), Ferreira e Malliagos (1998), e Ferreira e Araújo (2006).

<sup>36</sup> “Quando o capital público e o capital privado atuam como bens complementares” (REIS, 2007).

<sup>37</sup> Levy e Terleckyj (1983) avaliam os efeitos na produtividade industrial de P&D público e privado entre 1949 e 1981 nos EUA. Concluem que P&D financiado governamentalmente contribuiu para o crescimento da produtividade de forma estatisticamente insignificante, frequentemente próxima de 0. Separaram contratos de P&D de outras formas de investimento federal em P&D e atestam que os contratos contribuem de forma mais significativa para aumento da produtividade do que as demais formas, sendo que o financiamento de P&D relacionado com defesa é dominado por financiamento para desenvolvimento que, por sua vez, é normalmente financiado por contratos, encontrando uma correlação positiva entre P&D militar e incremento de produtividade. Não obstante, identificam um impacto na produtividade notadamente maior para P&D de origem privada. Griliches e Lichtenberg (1984) alcançam resultados semelhantes.

Guellec e van Pottelsberghe (2001) observam o investimento governamental em P&D militar para analisar os efeitos de P&D público e privado sobre o fator total de crescimento da produtividade em 16 economias industriais para o período entre 1980 e 1998. Eles concluem que P&D militar de origem pública teve um impacto negativo no crescimento da produtividade, ao contrário do investimento público em P&D não relacionado à defesa, o qual teve um impacto discretamente positivo.

Um segundo estudo comparou investimento público e privado em P&D, créditos tributários e desempenho em P&D interno (definido como P&D militar levado a cabo em laboratórios públicos e universidades) para 17 países da OCDE. Os resultados foram consistentes com o primeiro estudo, indicando que o investimento em P&D militar tende a reduzir o investimento em P&D privado e P&D interno.

Cabe ressaltar que a classificação tradicional dos dados sobre investimento em pesquisa e desenvolvimento disponíveis dividem P&D privada e pública ou P&D civil e militar, mas não ambas, pelo que só é possível estimar os valores de P&D militar de origem pública/governamental e P&D militar de origem privada.

pressupostos da fronteira de possibilidades de produção e reflete um custo de oportunidade, estabelecendo uma relação de *trade-off* entre segurança (espadas) e bem-estar (arados), também conhecido como dilema do canhão ou manteiga.

Em linguagem simbólica, a produção de espadas em larga escala, leva, em última análise, à redução das possibilidades de produção de arados. Conversamente, se a opção recair sobre os arados, os recursos disponíveis para a produção de espadas serão certamente reduzidos (ROSSETTI, 1977, p. 155).

Posto de outro modo haveria um custo de oportunidade em destinar recursos produtivos para a defesa. Campos (1963) ressalta como essa dicotomia seria especialmente verdadeira com a presença maior de alta tecnologia e participação industrial no poder militar:

A raiz do conflito está em que a composição de recursos mais conducentes ao objetivo do poder não é exatamente, pelo menos no curto prazo, a que conduz mais diretamente à riqueza e a um alto padrão de vida. Pelo contrário, o poder, tendo como manifestação direta a força, implica acumulação de capital não produtivo, ao passo que a riqueza se assenta na acumulação de capital produtivo. Se nos lembrarmos de que o Produto Nacional se compõe de duas parcelas, consumo e investimento, é intuitivo que a acumulação de instrumentos de poder implica ou subtração de consumo, reduzindo imediatamente o padrão de vida, ou diminuição da parcela de investimentos produtivos, comprometendo-se a capacidade futura de produção de bens e serviços (CAMPOS, 1963 *apud* ROSSETTI, 1977, p. 155).

Franko (2003, p. 21) oferece uma solução alternativa para esse dilema. Inovações (progresso tecnológico) permitem que a fronteira de possibilidades de produção se desloque, de modo a tornar viável a liberação de recursos para produzir mais manteiga sem necessariamente reduzir a produção de canhões, ou aumentar a produção de canhões sem sacrificar a produção de manteiga.

Extensas iniciativas de embasar essas considerações empiricamente são levadas à cabo, em última instância visando descrever a relação entre defesa e crescimento.

## **1.2 - Estudos Empíricos sobre a Relação entre Defesa e Crescimento Econômico**

Antes de proceder à revisão da literatura empírica sobre o tema, cabe citar a ressalva de Mowery (2010, p. 1238) acerca das dificuldades em parametrizar uma forma de mensurar resultados tecnológicos específicos de P&D militar, o impacto desses avanços no desempenho de produtos civis e militares e as características dos benefícios dos transbordamentos para fora do setor de defesa com a falta de dados de acesso público.

Segundo Hou (2009), a literatura econométrica sobre a relação entre crescimento econômico e defesa pode ser dividida em sete categorias<sup>38</sup>: trabalhos com análise estatística como o de Benoit (1973, 1978), precursor dos estudos aqui revisados; modelos pelo lado da oferta (modelos tipo Feder); modelos pelo lado da demanda; modelos tipo Deger (incluem lado da oferta e lado da demanda); modelos tipo Solow (teoria neoclássica do crescimento econômico), modelo de Barro e teste de causalidade de Granger (em que se analisa a direção causal).

Nesta pesquisa, após levantamento de mais de 80 trabalhos<sup>39</sup> sobre o tema, opta-se por elaborar uma nova classificação mais detalhada, de acordo com os paradigmas adotados nas construções dos modelos: paradigma neoclássico de crescimento econômico, abordagens econômicas heterodoxas e análise estatística de indicadores de crescimento (cuja inserção em um ou outro paradigma de crescimento varia conforme os indicadores escolhidos).

**Quadro 1 - Classificação de estudos empíricos sobre defesa e crescimento econômico. Elaboração própria.**

Abordagens econômicas neoclássicas	Modelos tipo Feder (oferta)	
	Modelos tipo Deger (oferta e demanda)	
	Modelos tipo Solow (crescimento exógeno)	
Abordagens econômicas heterodoxas	Modelos keynesianos	
	Modelos tipo Harrod-Domar	
	Modelos de crescimento endógeno	
Análise estatística	Modelos lineares	Regressões (OLS, GMM, VAR)
		Modelos de efeitos fixos
		Modelos de efeitos aleatórios
	Modelos não-lineares	
	Análise de correlação	

<sup>38</sup> Outra classificação de abordagens metodológicas para a estimação ou identificação de transbordamentos é encontrada em Eliasson (2010).

<sup>39</sup> Ver Apêndice B.

	Análise multivariada	
	Meta-análise	
	Direção causal	Teste de causalidade de Granger (linear e não-linear)
		Modelos autorregressivos
Métodos mistos		

Os achados de Benoit (1978) e seu trabalho seminal em que identifica um efeito positivo significativo da defesa sobre o crescimento econômico, tentaram ser reproduzidos por outros autores (FREDERIKSEN e LOONEY, 1983; BISWAS e RAM, 1986), mas sem sucesso. Ball (1983) assinala como os resultados da regressão linear em Benoit não apontam para tal correlação, mas este interpretou os resultados, atribuindo efeito positivo com base em sua avaliação dos benefícios não quantificáveis (não encontrados em seu estudo) da defesa para o crescimento.

A fim de superar possíveis problemas metodológicos em Benoit, foram elaborados modelos matemáticos com base nos pressupostos neoclássicos para investigar a possibilidade de deslocamento ou evicção de recursos de outras áreas para a defesa (custo de oportunidade) ou deslocamento de investimento privado (“*crowding out effect*”). Porém, esses estudos, pela ótica da demanda, já pressupõem, *a priori*, uma situação em que a defesa compete por recursos escassos com o setor privado ou apresentam um custo de oportunidade para outras áreas como saúde e educação. Por conseguinte, tendem a encontrar uma correlação negativa entre dispêndio com defesa e crescimento econômico.

Desse tipo é a maioria dos estudos acerca do impacto da P&D militar. Os principais questionamentos abordados são: se (1) os resultados da P&D militar podem ser alcançados com outros tipos de P&D pública ou privada e (2) até que ponto o investimento governamental em P&D militar desencoraja ou estimula P&D privado. Para a primeira questão, na falta de dados para comparar os *outputs* de P&D militar e de outras fontes de P&D, pesquisadores se concentraram nos *inputs* de P&D utilizando a “*innovation production function*” criada por Griliches<sup>40</sup> (1979).

Com base no modelo criado por Feder (1983) para aferir o efeito das exportações no crescimento econômico, surgem os modelos do lado da oferta (*supply-side models*). De acordo

<sup>40</sup> Ver função de produção, nota 34.

com Hou (2009), estes modelos costumam acusar um impacto insignificante ou positivo dos gastos militares no crescimento econômico, identificando externalidades positivas, em especial no sentido de criação de demanda de empregos e produtos. Dos 16 trabalhos que adotaram essa abordagem no levantamento elaborado para esta tese 06 não identificam relação causal (ou esta é insignificante) e 06 apontam impacto positivo (porém discreto para dois), confirmando a observação de Hou (2009).

A fim de solucionar o debate, foram desenvolvidos modelos inspirados em Deger (1986) para tentar capturar tanto os efeitos positivos por estimulação da demanda e outras externalidades, quanto os efeitos negativos de redução de investimentos e custo de oportunidade. Apesar de contabilizar tanto os possíveis impactos positivos quanto os negativos, a maioria desses estudos conclui que defesa tem um efeito negativo no crescimento econômico.

Modelos tipo Solow ampliaram a função de produção neoclássica, considerando que defesa pode impactar na produtividade dos fatores de produção na medida em que melhora a eficiência de cada trabalhador por meio do treinamento militar, isto é, com progresso tecnológico do fator “trabalho”. No levantamento para esta pesquisa só foram identificados três trabalhos com esse modelo explícito, dois dos quais encontram impacto negativo e um, impacto positivo.

No modelo tipo Barro pressupõe-se que gastos militares têm efeito não-linear no crescimento econômico, produzido pela interação entre aumento de produtividade e os efeitos de distorção no mercado. Múltiplas variáveis afetariam essa relação como, por exemplo, presença de ameaças externas. Todavia, é considerado pouco flexível na modelagem multivariada (SMITH e WILLENBOCKEL, 2005).

Estudos que visam identificar o possível efeito multiplicador de investimentos em defesa geralmente assumem os pressupostos keynesianos ou de crescimento endógeno, relacionando o potencial inovador da indústria de defesa com crescimento econômico e progresso científico e tecnológico. A maioria encontra, não obstante, impacto negativo.

Métodos que buscam aferir a direção causal, como os testes de causalidade de Granger, abordam o problema da simultaneidade. O que um país gasta em defesa também é determinado por seu PIB. Se não for possível determinar a direção causal, não se distingue a hipótese de que países mais ricos podem destinar uma porção maior de sua renda para a defesa e a hipótese de que gastos com defesa são fator contribuinte para a prosperidade econômica (PELED, 2001). Dentre os estudos levantados, cerca de um terço identifica uma relação bidirecional, um pouco menos de um terço, uma relação não-linear que varia de acordo com os níveis de renda e de gastos militares e o terço restante, sem padrão aparente, variando conforme o país.

As análises estatísticas chegam a resultados variados, com números similares de resultados positivos, negativos e não-lineares, além de alguns que não identificaram relação de causalidade.

O desenvolvimento de novos modelos não inibiu a utilização dos modelos prévios de modo que diversas abordagens coincidem temporalmente. A escolha de um modelo ou outro parece depender mais do posicionamento dos autores acerca de pressupostos econômicos.

As conclusões que permeiam os trabalhos na área em suas duas primeiras décadas são (RAM, 1995):

- O peso das evidências não sugere nem um efeito positivo nem um efeito negativo nos gastos de defesa no crescimento econômico.
- Há evidências de heterogeneidade estrutural<sup>41</sup> tanto no tempo quanto no espaço, contudo, sem apresentar um padrão.
- Proxies diferentes para a defesa alcançam resultados diferentes.
- Evidências apoiando uma relação quadrática<sup>42</sup> estatisticamente significativa entre despesas militares (x) e crescimento econômico (y) é fraca.

Não obstante, essas conclusões não são definitivas devido a uma série de dificuldades metodológicas além da falta de dados de domínio público.

Por exemplo, a heteroscedasticidade é característica de pesquisas com dados em corte ou seção transversal (*cross-sectional data*), metodologia adotada por grande parte das abordagens de *m* amplo. Trata-se de quando o desvio-padrão de uma variável monitorada por um período de tempo específico não é constante. Por exemplo, preço de refeições por idade: conforme aumenta a idade, fatores como experiência laboral ou maior escolaridade afetam o nível de renda. Um nível de renda mais elevado permite distintas opções de refeição, é possível

---

<sup>41</sup> “Inicialmente, existem duas economias idênticas. Num certo momento[...], uma delas acelera sua taxa de inovação, o que se traduz em mudança estrutural e diversificação produtiva. A tecnologia gradualmente se difunde ao conjunto do sistema de forma que surge uma economia homogênea (níveis similares de produtividade do trabalho) e diversificada (com numerosos setores ou ramas produtivas). Na outra economia, o progresso técnico penetra de forma muito parcial e apenas nos setores mais vinculados à exportação. A estrutura que emerge nesse contexto é heterogênea (partes importantes do emprego permanecem em níveis próximos à subsistência) e especializada (mínima densidade e integração da matriz produtiva). Essa economia não será capaz de gerar o impulso dinâmico necessário para que se difunda o progresso técnico e para que se gerem empregos em atividades de mais alta produtividade -- que possam eventualmente eliminar a heterogeneidade. A primeira economia (homogênea e diversificada) é o Centro; a segunda (heterogênea e especializada) é a Periferia. A origem das duas estruturas radica nas diferentes taxas de inovação e difusão de tecnologia – e por trás delas, em diferenças políticas e institucionais” (PORCILE, 2010, pp. 65-66).

<sup>42</sup> Relação entre duas variáveis x e y em que a variação de x =  $y^2$ .

escolher um restaurante refinado. Entretanto, não exclui opções de refeição mais baratas, como fast-food, porque variáveis como, por exemplo, gosto pessoal, comodidade e tempo disponíveis entram em jogo. A gama de opções aumenta, aumentando o desvio-padrão. Essa característica demanda técnicas de modelagem específicas<sup>43</sup>.

Modelos de crescimento (sejam econômicos, de capacidade de defesa ou de capacidade científica e tecnológica) apresentam outro desafio para análise de séries temporais. As ferramentas estatísticas existentes são adequadas para o tratamento de séries estacionárias, ou seja, quando elas se desenvolvem no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável. Sem embargo, por definição, os modelos de crescimento observam tendências (crescentes ou decrescentes) e, embora haja técnicas de transformação de séries não-estacionárias em séries estacionárias (extraíndo tendências, ciclos e ruídos), a probabilidade de falha é maior.

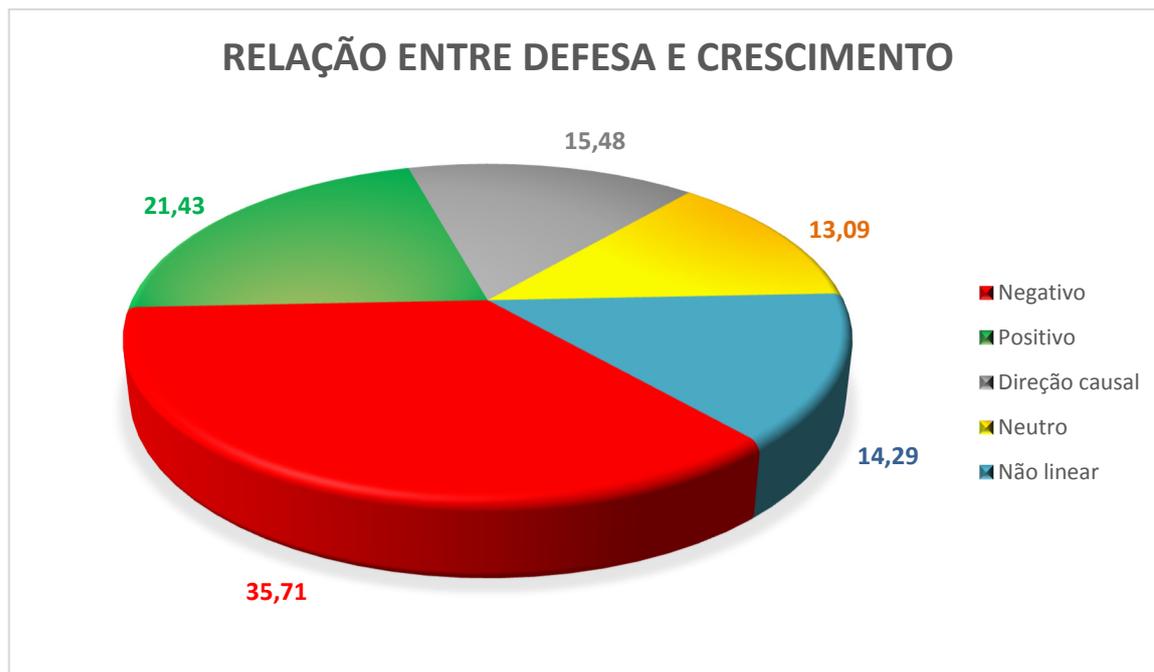
Lee, Lin e Wu (2002) demonstram, ademais, como a cointegração presente nos modelos de crescimento econômico aumenta significativamente a probabilidade de ter um falso positivo no teste de causalidade de Granger, que analisa a direção causal.

Organizando o levantamento realizado para esta tese<sup>44</sup> conforme o tipo de resultados obtidos, cerca de 36% dos trabalhos encontram impacto negativo de gastos de defesa sobre crescimento econômico, desempenho da indústria, investimento ou desenvolvimento tecnológico; pouco mais de 21 % apontam efeito positivo; 14% identificam uma relação não linear (com efeito positivo até um determinado ponto, revertendo para uma relação negativa após esse limiar) ou sem padrão aparente, variando de acordo com o período e os países estudados; cerca de 13 % não identificam nenhuma relação, insignificante ou cujos efeitos positivo e negativo se anulam; e aproximadamente 15, % estudam a direção da relação causal.

---

<sup>43</sup>Por exemplo, o método dos mínimos quadrados presente em vários dos trabalhos no Apêndice B pressupõe homocedasticidade, o oposto da heterocedasticidade e relação linear entre as variáveis (HAYASHI, 2000).

<sup>44</sup> Apêndice B.



**Figura 4 - Resumo de resultados de estudos prévios sobre relação entre defesa e crescimento econômico. Elaboração própria.**

Dentro da relação defesa/crescimento situa-se o *spin-off*, ao qual lhe são atribuídos efeitos multiplicadores na perspectiva das correntes econômicas heterodoxas.

### 1.3 - O que é *Spin-off*?

Relembrando os pressupostos de Schumpeter, poder-se-ia afirmar que as externalidades positivas do círculo virtuoso de inovação e crescimento schumpeteriano teriam seu equivalente no *spin-off*<sup>45</sup>. Cientistas trabalhando em um grande projeto de P&D para a área de defesa fariam uma descoberta que, por sua vez, possibilitaria a criação de novos produtos ou processos. Cientistas e engenheiros trabalhando em empresas comerciais eventualmente tomariam conhecimento da descoberta e conceberiam produtos ou serviços comerciais baseados nela, e os detentores da nova tecnologia receberiam os benefícios desse período de monopólio (ALIC *et. al.*, 1992).

Desde uma perspectiva econômica, considerando que invenções advindas de preocupações com defesa produziram uma aceleração na curva da inovação, o *spin-off* pode ser situado dentro da família dos "efeitos multiplicadores". As inovações ocorreriam em um setor amplamente financiado pelo dinheiro público e seriam transferidas para a indústria geral,

<sup>45</sup> Analogia extensivamente abordada em Eliasson (2010, pp. 62-75).

onde gerariam efeitos secundários generalizados (TREBILCOCK, 1969, p.476). Trebilcock (1969, p. 482) descreve a expressão como uma transfusão de energia que flui da área militar para a área civil da indústria.

Tal processo é resumido com eficiência em Fonseca (2000, pp. 137-138):

1. Os militares demandariam eficácia de seus equipamentos a qualquer custo, somente possível por esforços específicos de P&D em áreas de ponta.
2. Novas tecnologias são geradas dentro das divisões de produtos militares, onde os conhecimentos adquiridos permanecem dentro das corporações e acabam sendo absorvidos pelas linhas de produtos civis.
3. Uma vez inseridas na lógica empresarial do mercado, estas tecnologias modificam-se e passam a ter que atender aos requisitos de custo e desempenho civil, redefinindo novas pontas tecnológicas.
4. Os novos projetos militares tomam este novo patamar como base e uma vez mais ambicionam ultrapassá-lo, em função de suas necessidades específicas.
5. O ciclo recomeça.

Desta forma, a P&D militar, nascida da produção bélica, promoveria o progresso tecnológico geral através da disseminação tecnológica.

Em termos mais gerais Dagnino (2010, p. 152) define *spin-off* como “efeito de transbordamento ou espirramento dos resultados tecnológicos e econômicos desencadeados pelo gasto militar no setor de defesa para o setor civil da economia”. Outras nomenclaturas incluem *fall-out* (derramamento), *spill-over* (transbordamento) e *spin-off* (espalhamento) (TREBILCOCK, 1969, p. 474), ou até mesmo *spin-away* (espalhar para longe) (SAMUELS, 1994).

Para Longo (2007b) trata-se da ocasião na qual:

Tecnologias de produtos, de processos ou de serviços desenvolvidas especificamente para atender necessidades militares de defesa, acabam sendo utilizadas na produção bens e serviços de largo e bem-sucedido uso civil. Quando isso ocorre diz-se que houve um *spin off* da tecnologia militar (LONGO, 2007b).

Normalmente, essas técnicas ou tecnologias se referem a técnicas de produção, mas migração de mecanismos de venda ou financeiros, capital humano ou talento gerencial podem participar de uma definição mais ampla. “No entanto, [...] alterações na estrutura financeira ou mercado de um país, que seguem das pressões maiores de uma guerra [...] não podem ser incluídas sob o título de *spin-off*” (TREBILCOCK, 1969, p. 476).

Aplicando a definição para o caso brasileiro, Érico Esteves Duarte (2012, p. 7), em texto para discussão do IPEA, conceitua *spin-off* como a expectativa de que, por meio da incorporação de tecnologias de ponta nas Forças Armadas, haveria uma “difusão de instâncias

diretas e indiretas de transferência de tecnologia para a sociedade civil, impulsionando o seu desenvolvimento”.

Para Fonseca (2000), entretanto, *spin-off* não se limita à indústria bélica, é um processo de disseminação tecnológica que pode ocorrer tanto na indústria civil quanto a militar. No caso da indústria de defesa, seria uma consequência do uso intensivo de P&D militar, que acaba gerando aplicações na indústria civil. Este não é o significado habitual do termo. Tradicionalmente, *spill-over* é utilizado de forma genérica, *spin-off* para a transferência de inovação dos setores militares para os setores civis e *spin-in* ou *spin-on* para o movimento oposto, do âmbito civil para o âmbito militar.

Trebilcock ressalta, não obstante, que em seu entendimento, *spin-off* em sentido multiplicador só alude incidentalmente a investimento ou empregos, esse efeito é visto de fato em inovação tecnológica. “*Spin-off* é praticamente exclusivo de uma indústria que, devido a pressões militares, tem sido fortemente caracterizada por pesquisa intensiva por quase um século” (TREBILCOCK, 1969, p. 476).

Alguns estudos chegaram a argumentar, inclusive, que sem uma indústria militar não haveria progresso técnico (PROENÇA JUNIOR, 1987).

Essa suposição de uma relação causal entre indústria de defesa e inovação, porém, é criticada por diversos autores (KALDOR, 1981; ALIC *et. al.*, 1992; PERANI, 1997; DUNNE, 2000; DUARTE, 2012). Perani (1997) intitula essa visão de ideologia, pois constituiria uma suposição *a priori* de que as indústrias militares são intrinsecamente mais avançadas do que as civis e o *spin-off* corresponderia a um “fluxo hidráulico que escorreria de forma natural, de um recipiente situado em um nível mais alto para outro, mais abaixo, sem que fosse necessário qualquer esforço ou investimentos adicionais” (PERANI, 1997 *apud* DAGNINO, 2010, p. 156).

Kaldor (1981) pondera sobre os efeitos negativos da criação de um complexo-militar-industrial no qual se confunde a lógica empresarial e a lógica da defesa gerando consequências inesperadas. A lógica empresarial de continuamente oferecer produtos novos ou melhorados como forma de conquistar novos consumidores e manter a fidelidade dos antigos levou, segundo a autora, a que indústrias militares considerassem o aperfeiçoamento de armamentos como um fim em si mesmo, passando do ponto de rendimentos decrescentes, exigindo um investimento cada vez maior para pouco ganho em desempenho. Esses sistemas de armas ultra avançados, em geral, implicavam um “pesadelo” em termos de logística (manutenção, reparo), eram de difícil operação e de pouca confiabilidade, pelo que careciam de “uso prático” em uma zona de conflito (KALDOR, 1981).

O investimento em armamento “barroco” não só comprometeria recursos limitados, como também produziria consequências macroeconômicas, pois, segundo a autora, esses armamentos costumam ser produtos de setores industriais em declínio, porquanto é necessária uma certa consolidação da tecnologia para ser aplicada a fins bélicos. Graças ao financiamento governamental, tais empresas escapam da pressão do mercado para se modernizar, salvaguardando essas indústrias com tecnologia ultrapassada. Armamentos barrocos seriam então o reflexo de uma combinação de setores em crescimento subdesenvolvidos (por não receberem suficientes incentivos econômicos) e setores obsoletos inflados e sem competição no mercado graças aos subsídios do governo (KALDOR, 1981).

Ruttan (2006) investiga o papel da P&D militar e de aquisições de defesa como fontes do desenvolvimento de tecnologia de uso comercial para seis setores de tecnologias de uso genérico: aeronáutica, energia nuclear, computação, semicondutores, internet, comunicação espacial e indústrias de observação terrestre (satélites). Segundo o autor, essas tecnologias tiveram um impacto pervasivo em uma extensa gama das indústrias norte-americanas por meio de inovações radicais ou revolucionárias. Além disso, essas tecnologias trouxeram importantes *spin-offs* como, por exemplo, o aparelho de micro-ondas, derivado de pesquisa para o desenvolvimento do radar.

Não obstante, o mesmo argumenta que efeitos mensuráveis de externalidades positivas só aparecem quando essas tecnologias genéricas se aproximam do estágio de maturidade, no qual há uma certa estabilidade com poucos avanços (RUTTAN, 2006). Exemplo disso, é a energia elétrica. O primeiro sistema comercial de produção e distribuição de energia elétrica surgiu em 1878, mas somente a partir dos anos 20 é que começou a ter destaque no crescimento da produtividade industrial. Entre o começo dos anos 20 e o final dos anos 50, a indústria de energia elétrica foi a fonte de quase a metade do crescimento da produtividade nos Estados Unidos. Porém, para manter as taxas de crescimento da produtividade nesse círculo virtuoso, segundo Ruttan (2006), é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias de uso genérico. Estas são as responsáveis por elevadas taxas de crescimento e seu potencial de permeabilidade de diferentes indústrias (por isso o termo genérico) promove avanços em múltiplos setores civis.

No caso dessas seis tecnologias gerais, que emergiram como fatores essenciais no crescimento dos EUA na segunda metade do século XX, sua pesquisa evidencia que as demandas militares e de defesa tiveram papel fundamental na rápida redução de suas curvas de aprendizagem. No entanto, tais resultados não se estendem para outros países desenvolvidos. Em estudo com países membros da OCDE, um acréscimo de 10% nos gastos militares levou a um crescimento do progresso tecnológico em somente 0.5% (DUNNE *et al.*, 2005). Mais

especificamente em relação a setores industriais diretamente ligados à produção de armas, como metalurgia, maquinaria elétrica e transportes, o impacto direto do gasto militar no produto de cada indústria é negativo (KELLY e RISHI, 2003).

Contudo, para Ruttan (2006), a iniciativa privada não é capaz de substituir a militar no desenvolvimento de novas tecnologias gerais. Isto porque, em sua fase inicial, enquanto as novas tecnologias são radicalmente diferentes das tecnologias existentes, o ganho com esses avanços é difuso e de difícil captura pelas empresas líderes no seu desenvolvimento. Destarte, as empresas privadas têm fracos incentivos para investir em P&D. Para as tecnologias analisadas em seu trabalho, foram necessárias várias décadas de apoio público e/ou privado para atingir o limiar de viabilidade comercial.

O progresso da energia nuclear ilustra esse argumento. Sua teoria já estava muito avançada na década de 1930, porém, não havia progresso prático devido à falta de laboratórios, absurdamente caros. O Projeto Manhattan, durante a Segunda Guerra Mundial, responsável pela produção das primeiras bombas atômicas, permitiu a “alocação de recursos para a criação de grandes laboratórios nas universidades de Stanford, Princeton e Harvard, a coordenação entre físicos e engenheiros e desses com o alto escalão de decisão política e militar dos Estados Unidos” (WALTON, 2005).

Todavia, a velocidade da introdução de inovações em áreas dominadas pelo consumo civil vem aumentando, de forma que a liderança tecnológica em alguns campos mudou do setor de defesa para tecnologias de origem civil, isto é, uma prevalência do *spin-in* (JAMES, 2000), fato também corroborado por Flamm (2000).

Duarte (2012) critica o argumento do *spin-off* em favor do *spin-in* como padrão mais frequente de transferência de tecnologia ao longo da história, rejeitando a noção de que a tecnologia militar é a “vanguarda do desenvolvimento tecnológico em geral”.

Em função das lógicas sociais diferenciadas entre organizações de força e de corporações empresariais, a maioria das inovações tecnológicas de emprego militar surgiu, primeiro, pela alocação de recursos e investimentos dentro dos parâmetros do capitalismo internacional através de diversos caminhos e com configurações e ritmos diferenciados, incentivados por outras fontes de força social que as forças armadas. Vários ramos da ciência, como a biologia, desenvolveram-se muito durante o período da Revolução Industrial e da consolidação dos exércitos nacionais sem qualquer traço de influência desses dois (DUARTE, 2012).

Se deve considerar, entretanto, os ganhos indiretos do investimento em defesa. “Ao se examinar um determinado item do arsenal militar, é preciso levar em conta a tecnologia central e as tecnologias paralelas envolvidas, ou seja, as tecnologias correlatas” (LONGO, 1977, p. 59).

A indústria de defesa promoveria em diferentes proporções o desenvolvimento de empresas não-militares. “Uma maior incidência do *spin-off* ocorrerá em função da proximidade da indústria civil doméstica” (LONGO, 1977, p. 59).

Os transbordamentos tornam-se disponíveis para a indústria em geral de um país na proporção em que as empresas locais têm capacidade para identificar e comercializar o novo conhecimento. Para tanto, cumprem papel essencial uma razoável proteção de direitos de propriedade intelectual e incentivos para desenvolver e comercializar inovações (ELIASSON e WIHLBORG, 2003).

Peled (2001) considera necessário atualizar essa percepção, pois, dado os enormes avanços na capacidade civil (empresas e universidades) de desempenhar P&D e produzir alta tecnologia e, dada a maior integração de tecnologias comerciais em usos para defesa (produtos *off the shelf*), “[...] mesmo que P&D militar traga externalidades econômicas positivas, pode ser realizada por meio de várias formas de alianças e subcontratações entre o governo e entidades da sociedade civil” (PELED, 2001, p. 7). Reppy (2000) também advoga uma revisão da discussão tradicional acerca de transbordamentos decorrentes de P&D militar uma vez que a linha entre tecnologia civil e militar está cada vez mais atenuada, devido à crescente importância da tecnologia da informação (área na qual os civis têm a liderança) e devido a mudanças em políticas públicas orientadas a aumentar a aquisição militar de fontes civis. (REPPY, 2000, p. V *preface*)

Em estudo de corte transversal (*cross-section*), Sala-i-Martin e outros (2004) analisaram 67 variáveis como possíveis determinantes de crescimento para o período 1960-1996 de 88 países, dentre as quais, a percentagem do PIB destinada a gastos militares. Utilizando o método *Bayesian Averaging of Classical Estimates* (BACE) para aferir quais variáveis melhor explicam a variação no crescimento econômico, identificam 18 significativas, sendo as três mais relevantes “o preço relativo do investimento”, “taxa de matrícula na escola primária” e “nível inicial do PIB per capita”. A variável gastos militares ficou em 45ª posição, com probabilidade de inclusão posterior<sup>46</sup> de apenas 2,1%.

A concepção do *spin-off* como instigador de progresso científico e tecnológico, entretanto, nasceu em um contexto histórico específico cujo fim pôs em xeque sua permanência.

---

<sup>46</sup> Probabilidade de a variável realmente fazer parte do modelo e não uma relação espúria.

## 1.4 - Contextualização histórica

Duarte (2012) explica a íntima relação histórica entre o entorno militar e a tecnologia. Por tecnologia, ele entende uma técnica capaz de ser reproduzida de modo consciente independente do lugar. A técnica, comumente aprendida e repassada entre famílias e associações de artesãos, em sua maioria era local e de limitada replicação (LANDES, 1996).

Foi a partir de vínculos institucionais e profissionais entre a atividade científica e a engenharia, entre os séculos XVII e XVIII, que se afirmou uma perspectiva técnica translocal de ambição de validade realmente universal, capaz de traduzir recursos locais na linguagem da ciência (DUARTE, 2012).

A engenharia foi uma das fontes primordiais de tecnologia vez que a física presente na confecção e manuseio de canhões e da balística é inteiramente emancipada do local, isto é, seus conceitos são aplicados e replicados em qualquer lugar, constituindo uma base para avanço tecnológico. “A formação de novos engenheiros embutia uma polivalência translocal e uma capacidade explicativa e preditiva únicas, o que explica a inovação sem paralelo da artilharia e das marinhas ao longo do século XIX” (GUELARC, 1986).

Todo gasto relativo à guerra não é desperdiçado desde um ponto de vista industrial... Durante os últimos cinquenta anos, muitos dos avanços mais refinados em metalurgia, mecânica e química se iniciaram através do desenvolvimento de encouraçados, explosivos e armas leves. O ideal do empresário padrão é alcançar o nível de perfeição conseguido pela artilharia (FINANCIAL REVIEW OF REVIEWS, 1914 *apud* TREBILCOCK, 1969, p. 482).

Este foi o caso da metalurgia, para a qual a indústria bélica teve papel capital no desenvolvimento e disseminação de conhecimento, com a concepção de novas ligas mais leves para o uso em munição e novos armamentos. Além do desenvolvimento das novas ligas, aprimoraram técnicas e equipamentos para o manuseio dos novos materiais, que, por sua extrema dificuldade de corte e modelagem, tornaram-se inicialmente inapropriados para uso civil. (TREBILCOCK, 1969). No caso britânico, houve também *spin-off* dentro das próprias firmas militares, como a empresa de rifles B.S.A. e a empresa de revólveres Webley que entraram no ramo automobilístico (TREBILCOCK, 1969).

Howard (1973) situa no momento histórico de formação dos Estados Nacionais o surgimento de circunstâncias propícias a um movimento de progresso tecnológico impulsionado pelos militares. A combinação de centralização dos Estados e de criação de forças armadas permanentes teria gerado uma elevada demanda por itens bélicos forte o suficiente

para ser priorizada frente a outras demandas privadas de mercado. “Isso suscitou recorrente alocação pública de recursos e assimilação de novas tecnologias nas sociedades europeias” (HOWARD, 1973). O primeiro grande mercado de produção em massa, não por casualidade, foi o de fuzis (DUARTE, 2012).

Visão compartilhada por Buchanan (1994):

A partir do século XVIII, as forças armadas contribuíram para o desenvolvimento de processos fabris a partir dos quais a Revolução Industrial desenvolver-se-ia, com base na replicação de procedimentos e critérios de rotinização militares, em termos de soluções de ordem em escala: o rigor quase mecânico da formatura e obediência combatentes (BUCHANAN, 1994).

Outros predicados militares incorporados na organização industrial englobam organização, disciplina; padronização de bens complexos; coordenação de transporte e suprimentos; e separação entre pessoal de linha de ação e pessoal de comando na divisão do trabalho (GILPIN, 1983; KAEMPFERT, 1941). Brustolin (2014) argumenta, especificamente, como o modelo norte-americano (de um complexo militar-industrial-acadêmico) propicia a alavancagem da fronteira do conhecimento.

Dagnino (2010) descreve como empresas civis, a partir dos anos 50, exploraram os avanços em P&D militar em aplicações comerciais beneficiando-se, também, dos efeitos de economia de escala, dando lugar a conhecidas inovações como o computador, semicondutores, turbinas de avião. Essas tecnologias superavam, em termos de custo e de eficiência, as tecnologias correntes, que haviam sido desenvolvidas antes do esforço de guerra. “Estas circunstâncias estão no cerne da ideia de que existe um efeito de *spin-off* responsável pela geração de benefícios econômicos e sociais para a sociedade dos países que produziam sistemas de armas” (DAGNINO, 2010, p. 154).

O enfrentamento entre os blocos capitalista versus socialista da Guerra Fria fortaleceu o complexo industrial militar. A corrida armamentista evoluiu para uma corrida pela liderança científico-tecnológica (KALDOR, 1981). Deste modo, mais um grupo de interesse soma-se à equação: a comunidade científica. Tal associação trouxe grandes benefícios, aumentando a pressão para se introduzir o complexo-industrial-científico-militar na agenda de políticas públicas de natureza econômica, industrial e tecnológica (DAGNINO, 2010).

Dentro desse contexto, que determinou a elaboração das políticas públicas dos países de capitalismo avançado por mais de 40 anos, “era natural” que a ideia do *spin-off* fosse ganhando força (KALDOR, 1981). A expectativa de que aquisições e P&D militar suscitariam *spin-offs*

para tecnologia comercial surgiu em um momento em que os Estados Unidos “dominavam a tecnologia mundial e em que a defesa nacional dominava o desenvolvimento tecnológico no país” (RUTTAN, 2006).

Decorreu-se, então, um movimento de racionalização do *spin-off* que, progressivamente, passa de um fenômeno histórico específico do pós-guerra para um “processo passível de ser facilmente estimulado por meio de políticas públicas orientadas para a aplicação civil dos resultados de P&D militar” (DAGNINO, 2010, p. 156).

Esse processo incorreu em alguns vieses de raciocínio. Em primeiro lugar, o termo surge da experiência positiva da mobilização militar norte-americana (DAGNINO, 2010, p. 156). King, Keohane e Verba (1994) advertem dos problemas que uma inferência causal baseada em um único caso pode levantar, pois nada se pode afirmar de concreto sobre as causas que produzem o comportamento de uma variável sem levar em conta diversos valores desta. Evidencia-se este viés nos resultados de pesquisas sobre o *spin-off* para outros países. Constatase, por exemplo, um retorno praticamente nulo (0.5%) em termos de progresso tecnológico, em uma elevação de 10% nos gastos militares de membros da OCDE (DUNNE *et al.*, 2005), conforme já exposto na seção anterior.

Além disso, somente os casos de sucesso do *spin-off* são visíveis, dificultando a comparação com aquelas inovações que não geraram externalidades positivas na indústria civil, incorrendo no chamado viés do sobrevivente. Este se relaciona ao viés da colheita: na colheita, por exemplo, de maçãs, o coletor pode selecionar somente as maduras ou somente as mais próximas do chão, ignorando as maçãs da copa. As maçãs colhidas, portanto, não refletem a qualidade da árvore.

O nível de sucesso de determinadas inovações de origem militar, como a internet, que supôs repercussões sociais, econômicas, políticas, científicas e tecnológicas e teve alcance mundial, induz a uma estimativa incorreta da probabilidade de sua ocorrência.

Uma racionalização de um fenômeno histórico pode, ainda, incorrer no erro de atribuir uma relação causal a dois eventos pelo fato dos mesmos ocorrerem um após o outro. A proeminência científica e tecnológica dos Estados Unidos ocorreu em um momento histórico específico que associa inovação e defesa (KALDOR, 1981). Dependendo do período analisado, a participação do P&D militar sobre o P&D público norte-americano chega a 80% (NELSON, 1993), pelo que a probabilidade de uma inovação ter origem militar (pelo menos com relação a seu financiamento) é consideravelmente maior.

Perani (1997), inclusive, atribui uma função política à expressão, que teria sido concebida e utilizada nos anos 60, no contexto dos países da OTAN, para justificar, através do

discurso sobre progresso tecnológico, o “elevado dispêndio em P&D militar que o enfrentamento contínuo com os países do bloco socialista demandava” (PERANI, 1997 *apud* DAGNINO, 2010, p. 156). Contudo, a diminuição do crescimento econômico dos Estados Unidos, a partir da década de 70, colocou a validade do *spin-off* em cheque.

Duarte (2012) atribuiu a circunstâncias históricas à preponderância da defesa no estímulo do desenvolvimento das tecnologias que dinamizaram a economia no século XX, pois elevados custos iniciais, alto risco e longos períodos de maturação e retorno tornavam algumas iniciativas de P&D irracionais pela lógica capitalista, demandando cooperação com outros setores sociais em articulação com o governo:

Nesse sentido, até um período recente da história, a articulação pública de recursos sociais para efeitos estruturais de uma economia ou sociedade teve a participação das organizações militares, pela razão histórica de sua precedência como corpo executivo a outras instituições burocráticas governamentais. E, contemporaneamente, registrou-se uma retomada desse vínculo ao longo de três guerras mundiais, sendo que desde a década de 1970 as organizações militares voltaram a ser um vetor menos eficaz de intervenção governamental em áreas tecnológicas fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade (DUARTE, 2012).

Mas o fim da Guerra Fria alterou a conjuntura internacional e implicou em uma redução crescente nos gastos militares. Logo, para manter o volume de sua produção e a redução de custos advinda da economia de escala, as empresas dos tradicionais países produtores de sistemas de armas, com a exceção dos EUA, passam a depender “do mercado externo, e não da demanda de suas forças armadas” (DAGNINO, 2010, p. 170). Os elevados custos de produção e de P&D e a imprescindibilidade de pessoal altamente qualificado para manutenção colocou até mesmo os grandes países produtores de armas em uma posição de dependência em relação aos EUA, para obter insumos e tecnologia para modernizar suas indústrias de defesa.

À medida que passam a dele depender até mesmo para realizar suas vendas no exterior, cresce a disposição desses países para participar dos arranjos comerciais liderados pelas empresas norte-americanas. E, também, para participar do fornecimento do armamento adquirido pelas forças armadas dos EUA. Essa situação não tende somente a reforçar a influência direta dos EUA no comércio e produção de armas: sua influência política indireta também aumenta na mesma proporção (NEUMAN, 2006).

Esse domínio norte-americano do sistema mundial da indústria de defesa impõe grandes restrições nas políticas dos demais países. Independentemente do seu posicionamento anterior na hierarquia internacional, a maioria dos países ocidentais produtores de armas vêm se tornando cada vez mais dependentes dos EUA em termos de vendas, mercados, inovações

tecnológicas e fonte de energias avançadas necessárias para modernizar suas próprias indústrias de defesa ou para aumentar sua capacidade em defesa (BITZINGER, 2009, p. 85). Ao mesmo tempo, a tendência de crescente complexidade e custo na produção de armas coincide, também, com uma alteração na liderança tecnológica de importantes tecnologias do setor militar para o civil. (REPPY, 2000, p. 6).

Em muitos casos, países do 2º e 3º *tier* devem lidar com uma escolha de Hobson: destinar consideravelmente maiores esforços e recursos para manter autossuficiência (sem garantias de sucesso) ou aceitar um papel integrado, porém subordinado, numa indústria de defesa crescentemente globalizada e independente. (BITZINGER, 2009, p. 3).

### 1.5 - Conceito, teoria ou paradigma?

Segundo Dagnino (2010), o *spin-off* passou por um processo histórico durante o qual lhe foram atribuídas diferentes conotações: fenômeno natural observável, ideia, paradigma, política governamental e tecnologia de uso dual cujo foco não é a transferência de tecnologia entre as áreas civil e militar, mas uma convergência entre suas dinâmicas produtivas. No entanto, o entendimento do mesmo como um conceito, uma teoria ou um paradigma traz distintas implicações.

Conceito é definido como representação de “constructos de natureza lógica a partir de sistemas de referência dos quais também fazem parte” (RICHE, 2010, p. 164). No dicionário Houaiss (2001), constructo pode ter duas acepções: (1) “construção puramente mental, criada a partir de elementos mais simples, para ser parte de uma teoria”, isto é, um elemento que reside na mente em oposição a um elemento real, do mundo físico (BUNGE, 1974); ou (2) “objeto de percepção ou pensamento formado pela combinação de impressões passadas e presentes”. A existência de um conceito na primeira interpretação não depende de constatação empírica ou equivalência com o mundo “real”. Na segunda conotação, *spin-off* como termo para conceituar a circunstância em que uma inovação de origem militar é incorporada pelos setores civis, independe de proporções ou estimativas de quando isto ocorre ou qual o seu impacto. Sempre e quando acontecer tais circunstâncias, a apropriação civil de inovações militares, poder-se-ia denominar *spin-off*. Um conceito não tem pretensão de prover explicações globais (CERVO, 2008 *apud* RICHE, 2010, p. 165).

Em contraposição, “uma teoria, ou sistema dedutivo, é uma tentativa de explicação e, conseqüentemente, uma tentativa de solução de um problema científico [...] de explicação”

(POPPER, 2004, p. 27). Teorias são resultantes de um “agrupamento sistemático de conceitos e proposições, com o intuito de explicar ou prever fenômenos por meio do estabelecimento de relações entre as variáveis consideradas relevantes” (RICHE, 2010, p. 164).

Logo, o *spin-off* adquire o *status* de uma teoria na medida em que postula uma relação causal a partir da qual geram-se expectativas ou previsões, como, por exemplo, a suscitação de efeitos multiplicadores generalizados nos setores civis da economia (TREBILCOCK, 1969); a redefinição de novas pontas tecnológicas (FONSECA, 2000); ou a promoção do desenvolvimento através da geração de renda, de inovações e de emprego (BAENA SOARES, 2015).

Não obstante, o uso de teorias em ciências sociais difere do uso em ciências exatas, particularmente em relação ao seu alcance ou poder explicativo. Cervo (2008b *apud* RICHE, 2010, p. 164) critica sua adoção em Relações Internacionais porque nessa área do conhecimento,

- a) uma teoria não possui alcance explicativo universal e
- b) “existência de valores, padrões de conduta e interesses que se encontram intimamente associados à teoria, os quais a mesma busca ocultar a fim de não invalidar sua pretensão de veracidade fundada no caráter universal supracitado” (CERVO, 2008b *apud* RICHE, 2010, p. 164).

Já os conceitos evidenciariam os elementos contextuais e conjunturais que lhe servem de fundamento (CERVO, 2008b)<sup>47</sup>. O acadêmico incentiva a utilização de paradigmas como instrumentos de análise conectando diretamente conceitos e paradigmas. Em sua definição, paradigma “restringe-se à função de dar inteligibilidade ao objeto, iluminá-lo por meio do conceito, dar compreensão orgânica ao complexo mundo da vida humana” (CERVO, 2008b, p. 65). Deste modo, a análise paradigmática compõe um método para construção de conceitos por meio da observação empírica. Para o autor,

Um paradigma em RI comporta: (i) uma visão de mundo fundada na identidade cultural e nos valores existentes; (ii) a percepção dos principais atores na vida estatal acerca do interesse nacional; (iii) o plano da elaboração política, no qual se relacionam não somente o interno e o externo, mas também estratégias de médio e longo prazo (CERVO, 2008b, p. 66 *apud* RICHE, 2010, p. 169).

Essa concepção difere drasticamente da concepção de MORIN (1998) que situa o paradigma em um nível anterior e superior visto que não só atribui ordem “ao complexo mundo

---

<sup>47</sup> Para discussão acerca da adequação do uso de conceitos ou teorias nas RI e “imperialismo epistemológico”, ver Cervo, 2008a.

da vida humana, mas condiciona o próprio pensamento, alterando, em última instância, a própria percepção” (MORIN, 1998, p. 218).

Um paradigma contém, para qualquer discurso que se efetue sob seu domínio, os conceitos fundamentais ou as categorias orientadoras de inteligibilidade ao mesmo tempo em que o tipo de relações lógicas de atração repulsão (conjunção, disjunção, implicação ou outras) entre esses conceitos ou categorias”. Essa definição possui caráter semântico, pois o paradigma aqui determina o sentido; lógico, pois igualmente determina as operações lógicas; e “ideo-lógico” [*sic*], ao constituir o princípio primeiro de associação, eliminação, seleção, que determina as condições de organização das ideias (MORIN, 1998, p. 218).

Nesse sentido, o paradigma em Morin (1998) assemelha-se mais à teoria em Cervo (2008b), que busca ocultar interesses, valores e padrões de conduta nela presentes. Morin (1998, 222-224) elenca doze características para o mesmo:

1). Não é falsificável, pois encontra-se fora do alcance de verificação ou refutação empírica (embora teorias dentro do paradigma possam ser falsificáveis);

2). Possui caráter axiomático (axioma, em matemática, é uma hipótese inicial da qual outros enunciados são logicamente derivados. Em lógica tradicional um axioma é uma sentença que não é demonstrada, mas aceita como válida, a fim de servir como ponto de partida na construção de uma teoria. O paradigma é anterior, é o fundador dos axiomas, mas é legitimado retroativamente por eles.

3). O paradigma exclui tanto o que diverge dele quanto os problemas científicos que não reconhece.

4). O paradigma nos cega para o que é excluído como se não existisse.

5). Situado em um nível inconsciente e supraconsciente, atua de forma invisível, organizando o núcleo organizacional visível da teoria. Por ser invisível não é perceptível diretamente, mas somente por suas manifestações.

6). Cria ciência, ocultando-se a si mesmo. Como é invisível, quem a ele está submetido, pensa obedecer aos fatos, à experiência, à lógica, quando obedece, primordialmente, ao paradigma.

7) O enquadramento conceitual e lógico que é percebido como real é derivado do próprio paradigma, pelo que ele é cogerador da sensação de realidade.

8). Por atuar de modo invisível, torna-se invulnerável, embora em qualquer grupo há indivíduos que desviam do paradigma dominante e também há, raramente, revoluções do pensamento paradigmático.

9). Há incompreensão entre pensamentos, discursos, sistemas de ideias sob paradigmas diferentes; não é possível traduzir um paradigma para outro.

10) O paradigma encontra-se recursivamente unido aos discursos e sistemas que gera, sustenta aquilo que o sustenta. Demanda constante confirmação, verificação. Quando se esgota a confirmação, quando se irrompem sem repressão os dados ou argumentos que o contradizem, criam-se as condições para uma revolução paradigmática.

11). Um grande paradigma determina, através de teorias e ideologias, uma visão de mundo. O mundo submetido ao paradigma da oposição capitalismo/socialismo não é o mesmo mundo submetido à oposição democracia/totalitarismo.

12). Invisível e invulnerável, não há como contestar um paradigma diretamente; é preciso surgir rachaduras no edifício dos conceitos e teorias que este abarca.

Desde esse ponto de vista, trabalhos que consideram os efeitos multiplicadores do *spin-off* um fato pré-estabelecido, omitindo ou ignorando os questionamentos acerca de sua validade ou os extensos resultados que contradizem suas premissas, conferem-lhe um *status* paradigmático. Esse *status* não advém da posição favorável em relação ao *spin-off*, o fenômeno pode existir independente do caráter paradigmático ou não de uma teoria a seu respeito. Advém da omissão ou não reconhecimento da falta de consenso sobre o mesmo.

Cabe aqui diferenciar a visão de paradigma formulada em “A Estrutura das Revoluções Científicas”, de Thomas Kuhn, originalmente publicada em 1962, e sua adaptação para as ciências sociais. Na edição de 1975, Kuhn atribui dois significados ao termo, um geral e um restrito. O significado geral responde à pergunta de como explicar a abundância de comunicação profissional (compartilhando uma mesma “língua”) e a relativa unanimidade de julgamentos científicos acerca de um tema. É a partilha de uma “matriz disciplinar [...], ‘disciplinar’ porque se refere a uma posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; ‘matriz’ porque é composta de elementos ordenados de várias espécies [...]” (KUHN, 1975, p. 226). De modo restrito, refere-se às “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma ciência” (KUHN, 1975, p. 13).

A diferença fundamental reside na possibilidade não só da convivência de múltiplos paradigmas como da própria manipulação consciente dos mesmos. Em seu trabalho seminal, Kuhn (1975) descreve o desenvolvimento científico como uma alternância entre períodos de ciência normal e períodos de revolução científica. A ciência normal, a partir de um conjunto de procedimentos e soluções “aceitáveis” dentro das regras de um paradigma, busca solucionar

novos problemas segundo os problemas “exemplares” estipulados por este (OSTERMANN, 1996).

Os cientistas trabalham a partir de modelos adquiridos através da educação ou da literatura a que são expostos posteriormente, muitas vezes sem conhecer ou precisar conhecer quais as características que proporcionam o *status* de paradigma comunitário a esses modelos (KUHN, 1975, p. 70).

À medida que novos problemas são investigados, aparecem anomalias, resultados não esperados ou que não condizem com o paradigma vigente.

A ciência normal [...] é baseada no pressuposto de que a comunidade científica sabe como é o mundo [...]. A ciência normal frequentemente suprime novidades fundamentais porque estas subvertem necessariamente seus compromissos básicos [...]. Quando os membros da profissão não podem mais esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica [...] começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos [...] (KUHN, 1975, p. 25).

A revolução científica consiste nos “episódios de desenvolvimento não cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior” (KUHN, 1975, p. 125).

Quando há um conflito entre escolas rivais de pensamento científico, cada grupo de cientistas utiliza seu próprio paradigma para argumentar em favor desse mesmo paradigma, pois cada um estabelece conceitos, problemas e padrões científicos para sua solução própria. Em última instância, os diferentes paradigmas são irreconciliáveis, incomensuráveis, pois apresentam visões de mundo distintas e, logicamente, incompatíveis (OSTERMANN, 1996, p. 191).

A definição de incomensurabilidade entre paradigmas é questionada por Watking (1979), pois duas sentenças podem ser compatíveis logicamente e incomensuráveis. Barros Filho (2000) ilustra bem esse caso: ao tomar as sentenças “Maria Luiza é sonhadora” e “Isabel não gosta de cocada”, não se pode inferir uma conclusão lógica sobre uma a partir da outra - “se Isabel não gosta de cocada então Maria Luiza é sonhadora”. Não são comparáveis logicamente, mas ambas são compatíveis no sentido de que podem coexistir.

Já Popper (2004, p. 30) discorda de Kuhn, interpretando o desenvolvimento científico com elementos de continuidade, de forma que a teoria posterior deve fornecer todos os resultados que a anterior fornece mais outros resultados para além do domínio de validade da teoria anterior, isto é, deve ter maior poder explicativo ou uma melhor aproximação com a verdade. Contrariando a perspectiva da ciência normal, o pensamento científico seria distinguido por seu aspecto crítico, buscando continuamente o teste de suas afirmações. Quanto

a mais testes uma teoria sobrevive, mais sólida é, mas ante a impossibilidade de verificar todos os casos possíveis, sua validade é sempre provisória, até se identificar um caso que conteste suas premissas. Assim, só a refutação é permanente. “Não há nenhum conhecimento sem problemas, mas também não há nenhum problema sem conhecimento [...]. Cada problema surge da descoberta [...] de uma contradição interna entre nosso suposto conhecimento e os fatos”. (POPPER, 2004, p. 14).

Em lugar do termo paradigma, Popper (2004) sugere “programa de pesquisa”, definido como modo de explicação considerado tão satisfatório por alguns cientistas que estes exigem sua aceitação geral.

Pensando no desenvolvimento científico das Ciências Sociais, é necessário, de fato, reconsiderar a visão de Kuhn, uma vez que “as condições definidoras da crise do paradigma nas ciências naturais são a rotina nas sociais” (ALEXANDER, 1987, p. 78). Como a competição entre perspectivas divergentes é a rotina, a discussão sobre os supostos fundamentais que orientam a pesquisa é parte integrante do debate na área (ALEXANDER, 1987, p. 78). Maruyama (1974, p. 138) também defende a possibilidade de diversos paradigmas coexistirem (belicosa ou pacificamente) na mesma cultura.

Isto não implica em relativismo teórico. “É possível acumular conhecimento sobre o mundo a partir de pontos de vista diferentes em competição. É também possível sustentar leis gerais relativamente preditivas a partir de orientações gerais substancialmente diferentes” (ALEXANDER, 1987, *apud* RICHE, 2010).

Tendo isto em mente, esta tese toma o *spin-off* como teoria, dado que a adequação de sua classificação como conceito foi descartada e que, como paradigma, não caberia discussão teórica sobre sua validade ou teste de hipóteses. Abraçando o falseacionismo de Popper, uma teoria, ou sistema dedutivo, pode ser criticada racionalmente através de suas consequências: “se as premissas de uma dedução válida são verdadeiras, então a conclusão deve também ser verdadeira [...] e se [...] a conclusão é falsa em uma dedução válida, então, não é possível que todas as premissas sejam verdadeiras”. (POPPER, 2004, p. 26). Por verdadeira, o teórico entende uma proposição que corresponde aos fatos ou descreve corretamente os objetos aos quais se refere (POPPER, 2004, p. 28).

Adota-se, igualmente, a perspectiva schumpeteriana de inovação como geradora de externalidades positivas que influenciam positivamente no crescimento econômico e no desenvolvimento científico e tecnológico. Isto inclui inovações militares, portanto, se a indústria de defesa possui vantagens nesse aspecto devido ao uso intensivo de conhecimento e à capacidade diferenciada de mobilização de recursos, uma maior complexidade (nível

científico e tecnológico) da mesma teria um efeito de alavancagem no nível científico e tecnológico das demais indústrias.

### **1.6 - Peculiaridades da indústria de defesa**

Dentro do debate sobre a validade do *spin-off*, há considerações acerca das diferenças na lógica de funcionamento da indústria de defesa, onde se encontra um entorno institucional completamente distinto, no qual as decisões de compra, o investimento em P&D e a concorrência entre empresas não são orientados ao mercado.

Em primeiro lugar, vale destacar que defesa se configura como um bem público (TROSTER e MOCHÓN, 2002; FRANKO, 2003). Mais especificamente, um bem público é não-excluível ou excludente e não-rival. Posto de outro modo, ao contrário do que acontece com maçãs, por exemplo, quando alguém pode impedir outra pessoa de comê-las (excluível) e o consumo de uma pessoa reduz a quantia disponível para os outros (rival), não há como excluir uma pessoa da defesa nacional. Outrossim a quantidade de defesa disponível não se reduz quando um indivíduo usufrui da mesma (FRANKO, 2003).

Franko (2003) classifica defesa, também, como caso típico de falha de mercado, isto é, o mercado não satisfaz a segurança pública e as necessidades de defesa nacional de forma automática ou autorregulada.

Entretanto, sua condição de bem não excludente pode trazer vantagens do ponto de vista do sistema internacional. Se um determinado país optar por aumentar sua defesa a um nível que promove a estabilidade regional, não há como excluir os demais países da região de usufruir desse benefício. A ação de um país, portanto, pode influenciar o bem-estar de outros, ou seja, gerar externalidades (FRANKO, 2003).

Segundo, as circunstâncias em que operam as empresas de produtos bélicos são diferenciadas. Em lugar de firmas competindo em mercados de consumidores autônomos ou outras firmas, cujas decisões de compra influenciam o preço e a taxa de lucro, transações na área de defesa envolvem concorrência limitada entre um número reduzido de empresas (usualmente muito grandes) vendendo a um único consumidor, que gere a competição (PECK e SCHERER, 1962).

Essa forma de mercado é conhecida por monopsônio, em oposição ao monopólio, isto é, não existe um único fornecedor de um produto ou serviço, mas sim, um único comprador (ASHENFELTER, FARBER e RAMSON, 2010). Este comprador é o Estado, no qual recai a responsabilidade da defesa, por deter o monopólio do uso legítimo da força (MEDEIROS e

MOREIRA, 2015). Existe uma demanda privada subjacente que é a demanda dos cidadãos de serviços e produtos de defesa, mas, como não é possível que esses bens e atividades sejam comprados individualmente no mercado, o governo entra como intermediário, atuando como consumidor substituto (ELIASSON, 2010). “A demanda, portanto, não depende das leis naturais do mercado, mas da expressão estratégica de cada Estado na condução de suas necessidades estratégicas” (MEDEIROS e MOREIRA, 2015, p. 115). O Estado, portanto, é igualmente financiador e o beneficiário nesse mercado.

Outra característica relevante do monopsonio de defesa é que o Estado e suas Forças Armadas, como consumidores finais, são clientes especializados, com capacidade para influenciar nas especificações de design adequadas do produto e a concorrência entre diversos fornecedores para um mesmo contrato de aquisição promovem tanto melhoria do desempenho técnico do projeto selecionado quanto redução de custos (ELIASSON, 2010).

Ainda, por questões de segurança nacional, o conhecimento gerado pela P&D militar não pode ser livremente disseminado e o seu impacto na inovação civil depende da extensão em que são aplicados os conhecimentos ou tecnologias originalmente militares. Em termos estratégicos, o controle das importações e exportações e o domínio de conhecimento sensível provoca uma assimetria entre os Estados mais autônomos e os dependentes "(MOREIRA, MEDEIROS, p. 116).

Em relação ao incentivo à inovação, “a tecnologia militar é subordinada às particularidades da atividade bélica que constroem o desenvolvimento tecnológico dentro das organizações militares” (DUARTE, 2012, p. 16).

Por um lado, inovações requerem uma revisão de procedimentos, especializações e competências por meio dos quais as Forças Armadas operam. Por outro, levanta incertezas acerca de sua usabilidade e segurança, por não terem sido testadas em combate.

Considerações sobre viabilidade logística (necessidades de manutenção, disponibilidade de combustível, etc.) e vantagem estratégica podem implicar no descarte de certas tecnologias (DUARTE, 2012). Ainda que um equipamento tenha reconhecidas vantagens em combate, pode ser abandonado por não se encaixar em outros aspectos da organização militar. “Ela pode não ser assimilada por: insuficiência de recursos disponíveis ou alocados pela liderança política; resistência institucional; ou por não apresentar ganho aparente de desempenho estratégico” (HOROWITZ, 2010 e ROSEN, 1994 *apud* DUARTE, 2012).

Portanto, Duarte (2012) conclui que as condições para a inovação são em geral desfavoráveis no âmbito militar, instituindo um certo “lapso cultural” entre as esferas produtiva e bélica.

O impacto das aquisições de defesa e de P&D militar depende, em última análise, da extensão de benefícios diretos e indiretos associados ao uso civil (MOWERY, 2010), mas com o desenvolvimento de armas cada vez mais avançadas, a aplicabilidade no âmbito civil pode ficar comprometida. Além disso, os custos elevados de P&D militar e de aquisições acarretam custos de oportunidade que são de difícil medição, se sopesados com os benefícios indiretos potenciais (MOWERY, 2010).

Essas peculiaridades geraram um forte debate sobre a validade das expectativas sobre o crescimento econômico e desenvolvimento científico e tecnológico decorrentes de *spin-off*. Afinal, a lógica das externalidades positivas da inovação pode ser estendida para a indústria de defesa?

### 1.7 - Hipóteses de pesquisa

Face ao debate teórico existente entre os que defendem o potencial de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico por parte da indústria militar e os que defendem que o investimento em defesa desloca recursos tendo, em última instância, um efeito geral negativo, a presente pesquisa busca testar os preceitos básicos da teoria do *spin-off*, examinando uma conclusão lógica observável dos mesmos, conforme segue:

Partindo da conceituação teórica do *spin-off*<sup>48</sup> extraímos as seguintes premissas a fim de formalizar a teoria subjacente:

- 1) Inovações originadas no âmbito militar têm significativas aplicações no âmbito civil.
- 2) Essas aplicações teriam um impacto positivo no desenvolvimento científico-tecnológico representando uma aceleração na curva da inovação.
- 3) O setor militar, por não seguir a lógica do mercado, permite uma mobilização não encontrada no âmbito civil.

Dessas premissas, é possível deduzir a proposição:

H: *O aumento do nível científico-tecnológico da indústria de defesa eleva o nível científico tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo.*

Essa proposição configurar-se-á a hipótese de pesquisa a ser avaliada nesta pesquisa. E, como hipótese alternativa, tem-se:

---

<sup>48</sup> Na seção “O que é *Spin-Off*?”.

*H<sub>A</sub>: O aumento do nível científico-tecnológico da indústria de defesa não implica na elevação do nível científico-tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo.*

Para tal, é desenvolvido um novo método para medição da capacidade da indústria de defesa de um país, centrada não em gastos militares, efetivo das Forças Armadas ou em investimento em P&D militar, mas na complexidade industrial do setor, baseada em lógica *fuzzy*, explicada em detalhe nos Procedimentos Metodológicos.

Um aspecto complementar deste trabalho é a utilização da lógica *fuzzy* para abordar problemas complexos, particularmente da ciência política, que, de regra, caracterizam-se por sua imprecisão e impossibilidade de modelagem por meio de ferramentas convencionais, dificultando o diálogo entre ideias (teorias) e evidências (análise de dados) na pesquisa social (RAGIN, 2000; ROYES e BASTOS, 2001; SALEJ, 2007; SALEJ e MATOS, 2010).

## CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 - Introdução

O presente trabalho visa examinar as relações entre os sistemas econômicos nacionais e a produção de bens de defesa, especialmente no que tange a um dos efeitos previstos do *spin-off* sobre o crescimento econômico e sobre a inovação: a elevação do nível científico e tecnológico da economia como um todo e da indústria de alta tecnologia. Trata-se, portanto, de uma tese que avalia uma teoria por meio de evidência empírica, em uma análise “*large n*” ou de *m* amplo. Segundo tipologia de Stephen Van Evera, trata-se de uma tese em ciência política de tipo 2:

*Una tesis que contrasta una teoría emplea evidencia empírica para evaluar teorías existentes. Esta evidencia puede tomar la forma de un análisis de n grande, estudios de casos o ambas* (VAN EVERA, 2002, p. 105).

Embora não comum na tradição da Ciência Política no Brasil, esse tipo de tese de avaliação ou teste de pressupostos teóricos é essencial em especial no assessoramento político, pois é fundamental separar claramente os juízos científicos sobre os fenômenos sociais dos juízos normativos sobre o dever ser dos mesmos. Em que pese as vantagens para a segurança e defesa nacionais de sua associação com o crescimento e desenvolvimento econômicos e com o progresso científico e tecnológico, o debate sobre a validade do *spin-off* ainda está em aberto e é relevante buscar lançar uma nova luz sobre essa problemática.

Mais especificamente, segundo a classificação de Gil (1991), esta pesquisa, com relação a sua natureza, trata-se de pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos – relembrando as palavras de Bacon, “para onde a causa não é conhecida, o efeito não pode ser reproduzido” (1620, Book 1, p. 4, e-book).

Ainda de acordo com Gil (1991), este trabalho, quanto à forma de abordagem, é quantitativo, pois analisa variáveis quantitativas. Do ponto de vista dos objetivos, é do tipo explicativo, uma vez que visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, neste caso, testa os pressupostos do conceito de *spin-off*, isto é, sua relação de causalidade com o crescimento econômico e científico-tecnológico.

De acordo com os procedimentos técnicos, é experimental: determina-se um objeto de estudo (*spin-off*), selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo ou os efeitos que este produziria (variáveis indicativas de complexidade econômica, complexidade da

indústria de defesa e complexidade da indústria de alta tecnologia) e se definem as formas de controle e de observação dos mesmos com relação aos objetivos. Por fim, quanto ao método científico é dedutivo, na medida em que, com base nas premissas da teoria do *spin-off*, extrai uma conclusão lógica verificável; e indutiva, ao contrastar essa conclusão com a observação de casos individuais para a generalização sobre a validade ou não dos pressupostos do *spin-off*.

Esta tese, entretanto, não se encaixa perfeitamente nessa classificação acima detalhada. De fato, se enquadra na descrição de análise quantitativa, baseada na utilização de números para a “construção de descrições detalhadas organizadas em variáveis e enquadradas em modelos usados para testar possíveis relações entre as mesmas e desse modo oferecer explicações para certos fenômenos” (CORTES, 1998, p. 14). Todavia, a modelagem fundamentada em lógica *fuzzy* (descrita na seção “2.4 – Lógica *Fuzzy*”) é classificada como qualitativa (RAGIN, 2000). O tratamento das variáveis também segue o método dedutivo (ao fazer uso de regras de inferência lógica).

Nesse sentido, esta pesquisa pode ser conceituada como uma abordagem de métodos mistos ou *mixed methods approach* que é:

[...] o tipo de pesquisa na qual o pesquisador ou time de pesquisadores combina elementos das perspectivas quantitativas e qualitativas (por exemplo, o uso de pontos de vista quantitativos ou qualitativos, conjunto de dados, análises, técnicas de inferência) para um propósito amplo e profundo de compreensão e corroboração (JOHNSON, ONWUEGBUZIE e TURNER 2007, p. 123).

Abordagem denominada por Denzin (1978) como triangulação: a combinação de metodologias distintas no estudo de um mesmo fenômeno. Nomeadamente, utilizam-se, neste trabalho, “múltiplos métodos para examinar a mesma dimensão de um problema de pesquisa” (JICK, 1979, p. 602).

Conforme seu desenho de pesquisa esta tese adota o desenho transformador sequencial”, em que um modelo teórico guia o estudo, tornando-se mais relevante do que a utilização de análise quantitativa ou análise qualitativa isoladamente e não há priorização de uma abordagem sobre a outra (CRESWELL, 2009, pp. 182-183). Para Steckler *et al.* (1992), configurar-se-ia no modelo tipo “1”, de métodos qualitativos para o desenvolvimento de indicadores quantitativos. Em Tashakkori e Teddlie (1998), constitui o modelo tipo “V”, de estudo confirmatório (teste de hipóteses de uma teoria) com a utilização de dados quantitativos e inferência qualitativa. Não há, portanto, uma delimitação epistemológica clara para as estratégias escolhidas.

Desde um prisma mais filosófico, enquadra-se na conceituação de pesquisa científica de Minayo (1993, p. 23), de “uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

## 2.2 - Etapas

Os procedimentos metodológicos resumem-se em sete etapas:

- 1) Revisão bibliográfica do tema em fontes diversas: livros; artigos; resenhas; textos científicos disponíveis *on-line*; pesquisas científicas correlatas; estudos financiados por organizações internacionais como WTO (*World Trade Organization*, OMC), OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*, OCDE), WEF (*World Economic Forum*), IMF (*International Monetary Fund*, FMI), World Bank (Banco Mundial), SIPRI (*Stockholm International Peace Research Institute*), WIPO (*World Intellectual Property Organization*), entre outros.
- 2) Levantamento de dados sobre importação e exportação, tanto para bens em geral, quanto para sistemas de armas<sup>49</sup>, classificados de acordo com a última revisão do HS<sup>50</sup> e do SITC<sup>51</sup>, assim como sua relação com a categorização de setores criada pela OCDE

---

<sup>49</sup> Para uma definição detalhada da produção de defesa classificada como sistema de armas, ver a seção “Types of weapons” na descrição da metodologia da base de dados do SIPRI, “SIPRI Arms Transfers Database Methodology”, disponível em <http://www.sipri.org/databases/armstransfers/background>, consultado em 13 de janeiro de 2015.

<sup>50</sup> *Harmonised System (HS)*: classificação de bens no comércio internacional estabelecida pela *U.S. International Trade Commission (ITC)* e posteriormente adotada pelos países membros da Organização Mundial de Aduanas para declarar suas pautas de exportação e importação. O HS compreende atualmente 10 dígitos, organizados de forma cumulativa, possibilitando diversos níveis de agregação, de grupos de produtos a produtos individuais. Por exemplo, os dígitos “30” representam produtos farmacêuticos (*Pharmaceutical Products*), sendo o grupo “3002” referente a sangue humano, sangue animal, soro e vacinas entre outros (*human blood, animal blood, antisera, vaccines* etc). Já a numeração 300220 especifica vacinas para uso em seres humanos (*vaccines for human medicine*). Ver WORLD CUSTOMS ORGANIZATION (2012). *HS Nomenclature 2012 Edition*, disponível em [http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs\\_nomenclature\\_2012/hs\\_nomenclature\\_table\\_2012.aspx](http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs_nomenclature_2012/hs_nomenclature_table_2012.aspx). Serviços são categorizados diferentemente, por um sistema chamado de *Extended Balance of Payments Services (EBOPS)*.

<sup>51</sup> O *Standard International Trade Classification (SITC)* constitui uma classificação de bens de comércio internacional anterior ao HS e de estrutura similar. Atualmente, o *World Customs Organization* recomenda que a alfândega utilize o HS para o registro de entrada e saída de produtos, sendo o SITC utilizado basicamente para fins analíticos. A última revisão do SITC (Ver.4) encontra-se detalhada na seção “Standard International Trade Classification” da United Nations Statistics Division, disponível em <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=28>. Para fins de comparação, foram criadas tabelas de correspondência entre os dois sistemas de catalogação.

(*Organisation for Economic Co-operation and Development*)<sup>52</sup> para diferenciar a intensidade tecnológica imbuída em cada produto.

- 3) Tratamento dos dados para aplicação do método proposto:
  - a) Avaliação e tratamento, quando necessário, de *missing data*<sup>53</sup>;
  - b) Construção de base de dados utilizando o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD ou, em inglês RDBMS) conhecido por MySQL.
  - c) Elaboração de três sistemas de inferência *fuzzy* (ver nota n. 52), de acordo com a disponibilidade dos dados, para aferir a complexidade econômica, a complexidade da indústria de defesa e a complexidade da indústria de alta tecnologia por país. Cada sistema *fuzzy* tem como saída um Indicador de Complexidade Industrial (ICI), sendo o indicador *ECON* relativo à complexidade econômica, o *DEF* relativo à indústria de defesa e o *HighTech*, à indústria de alta tecnologia<sup>54</sup>.
- 4) Aplicação do modelo *fuzzy*.
- 5) Seleção dos casos pertinentes para o teste da teoria<sup>55</sup>.

---

<sup>52</sup> Classificação de indústrias segundo sua intensidade tecnológica, baseada tanto em intensidade de P&D quanto em P&D embuído em bens intermediários e de investimento, de acordo com trabalho inicial proposto em Hatzichronoglou (1997). Mais informações *vide* <http://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>, [http://stats.oecd.org/oecdstat\\_metadata/ShowMetadata.aspx?Dataset=CSP6&Coords=%5BSUB%5D.%5BHTEXPORT%5D&Lang=en](http://stats.oecd.org/oecdstat_metadata/ShowMetadata.aspx?Dataset=CSP6&Coords=%5BSUB%5D.%5BHTEXPORT%5D&Lang=en)

<sup>53</sup> Valores faltantes, ou *missing data*, receberam múltiplos tratamentos. As variáveis estão discriminadas na seção 2.6 - “Modelos de Sistema de Inferência *Fuzzy* para Indicador de Complexidade Industrial”. Para os dados extraídos da WIPO, valores omissos foram substituídos por “0”. Para os valores TIV (igualmente descritos na seção 2.6), foi utilizada a média dos pontos adjacentes (imediatamente anterior e imediatamente posterior), quando disponíveis, e interpolação linear para sequências de dados ausentes. Não foi realizada substituição no início e final das séries temporais, pelo que o período coberto pode variar de país para país. O conjunto de países disponíveis para o cálculo dos indicadores *ECON* e *HighTech* é consideravelmente maior do que o conjunto de países para o indicador *DEF*, uma vez que o mesmo é baseado em dados de transferência de sistemas de armas do SIPRI. Isto condiz com a expectativa de que um número limitado de países tem a capacidade de produzir sistemas de armas.

<sup>54</sup> Os países inclusos no cálculo de cada indicador estão listados no “Apêndice C”.

<sup>55</sup> Van Evera (2002) oferece uma excelente explanação sobre quais critérios devem nortear a seleção dos casos. No método de teste de teorias que ele denomina de procedimentos de congruência, explora-se a validade de uma hipótese analisando a congruência ou incongruência entre valores observados nas variáveis independentes e dependentes e os valores previstos pela teoria, com observações comparadas entre vários casos ou intracasos. Por exemplo, se a teoria estipula uma relação direta positiva entre variável independente (VI) e variável dependente (VD), a um aumento dos valores da VI deve-se seguir um aumento dos valores de VD. No procedimento de congruência de tipo 2, comparam-se valores intracaso ao longo do tempo, aproximando-se da análise de M amplo (large n) pelo elevado número de observações possíveis, as quais podem ser comparadas estatisticamente. Segundo o autor, esse método de teste de teoria, tanto na comprovação quanto na refutação oferece resultados decisivos.

Para a seleção de casos, Van Evera (2002) recomenda que seja a partir de valores extremos de VI e de VD. Esta estratégia de seleção reduz a quantidade de fatores intervenientes que podem produzir o comportamento da variável de acordo com as predições teóricas utilizadas pelo pesquisador. No caso em que o fenômeno causal de uma teoria é extremamente abundante, seus efeitos (incluindo suas variáveis intervenientes e dependentes) também devem ser abundantes. Se a causa é escassa, seus efeitos também devem ser escassos. A possibilidade da ação de uma terceira variável passar despercebida é reduzida, pois a presença desta também teria de ser abundante e se destacaria das condições gerais do caso. Igualmente, um erro de medição teria de ser extremo para dar resultado a valores extremos, facilitando sua visualização.

- 6) Análise das séries temporais visando, principalmente, responder ao questionamento formulado na seção “1.7 - Hipóteses de pesquisa”.
- 7) Triangulação dos resultados por meio de análise histórica do desempenho econômico, da indústria de defesa e de sua relação com os sistemas nacionais de inovação dos casos estudados;
- 8) Elaboração das conclusões.

Os dados sobre exportação das economias nacionais foram retirados da base “*UN Comtrade Data*<sup>56</sup>”, mantida pela divisão de estatística da Organização das Nações Unidas (*UN Statistics Division*). Para os dados referentes à exportação e importação de produtos bélicos, utilizou-se a “*Arms Transfers Database*” do SIPRI, que registra a compra e venda de sistemas de armas para os últimos 60 anos. As informações sobre patentes foram retiradas da *World Intellectual Property Organization* (WIPO).

### 2.3 - Construção dos modelos

Duas foram as principais considerações que nortearam a elaboração dos indicadores. Em primeiro lugar, a seleção de variáveis e a construção dos indicadores baseada, em grande medida, na disponibilidade de dados e na possibilidade de comparação dos mesmos entre os países selecionados.

Em segundo lugar, a revisão bibliográfica demonstrou certa unanimidade na seleção de *proxies*<sup>57</sup> para defesa baseadas em *input* (recursos empregados) e não *output* (resultados), crítica já levantada por Smith e Smith (1983).

Gastos militares, por exemplo, agregam custos de manutenção, folha de pagamentos e aquisições de armamento estrangeiro, o que poderia apresentar uma correlação negativa com crescimento econômico. Ademais, o dispêndio com defesa não reflete a capacidade produtiva da indústria de defesa de um país, não constituindo uma *proxy* adequada para a mesma. Este

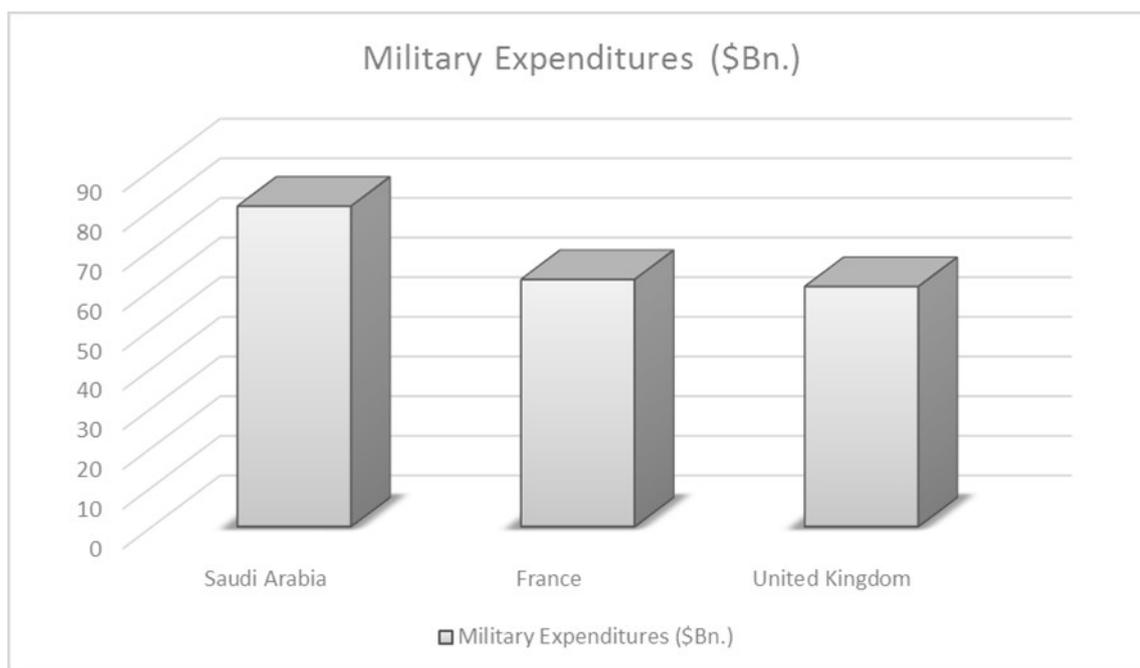
---

<sup>56</sup> A fim de coletar o maior espectro de anos possível nos dados de exportação, foi adotada a nomenclatura do SITC (*Standard International Trade Classification*) “conforme relatado”. Não obstante, por uma falha no processo de atualização das revisões do SITC, a *UN-Comtrade* adverte que, com raras exceções os dados não serão retornados para o ano de 1992 quando essa opção é escolhida. Para mais informações ver <http://comtrade.un.org/data/doc/api/>.

<sup>57</sup> Variável utilizada para substituir outra de difícil mensuração. Aproximação. Medida indireta. Quando não estão disponíveis dados diretos sobre uma variável, pode-se recorrer a uma variável “proxy”, que funciona como um indicador indireto do que se procura medir. Por exemplo, na ausência de dados sobre a renda per capita de uma determinada cidade, é possível inferir essa informação através de dados sobre a arrecadação de impostos (imposto de renda ou imposto sobre produtos industrializados), sim acessíveis.

fato é facilmente observável no ranking de países de acordo com gastos militares absolutos e gastos militares como percentagem do PIB, do SIPRI<sup>58</sup>.

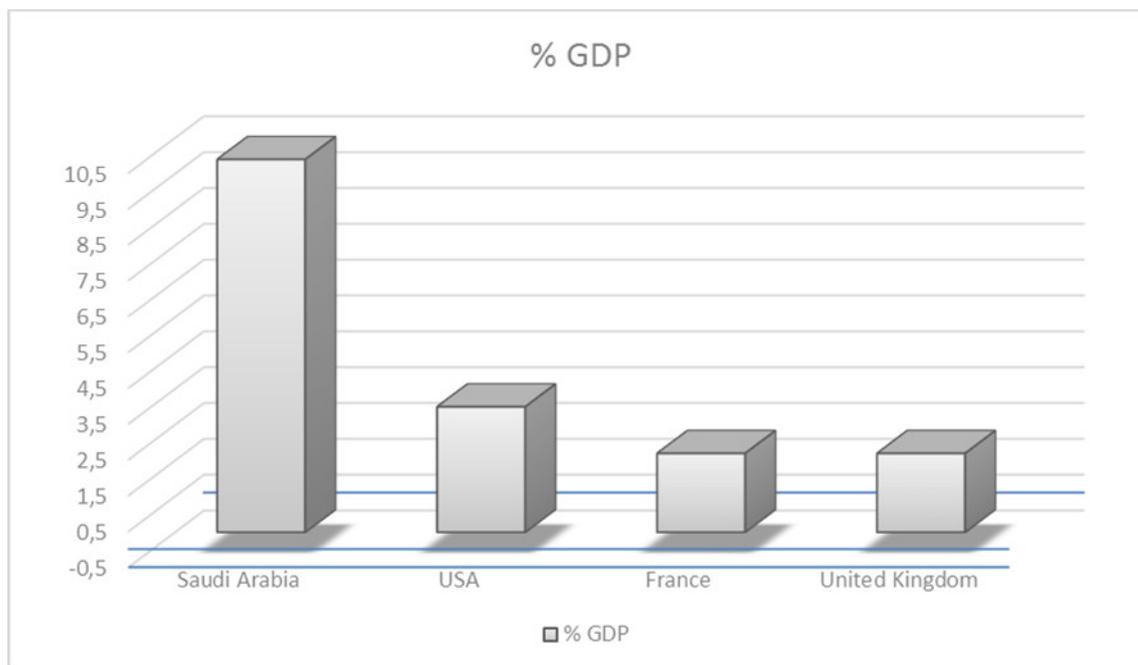
A Arábia Saudita, em 2014, encontra-se em quarta posição em gastos absolutos (80,8 bilhões), na frente da França (62,3 bilhões) e do Reino Unido (60,5 bilhões), embora a indústria de defesa dos dois últimos países seja mais forte.



**Figura 5 - Comparação de Gastos Militares em Bilhão de Dólares em 2014. Elaboração própria com base em dados do SIPRI (PERLO-FREEMAN *et al.*, 2015)**

Se considerarmos a percentagem do PIB destinada à defesa, a Arábia Saudita fica em primeiro lugar (10,4%) e Estados Unidos em quarto lugar (3,5%), distorcendo ainda mais a captura da capacidade produtiva bélica desses países por meio dessa variável.

<sup>58</sup> PERLO-FREEMAN *et al.* Trends in world military expenditure, 2014. SIPRI Fact Sheet, 2015.



**Figura 6 - Comparação de Gastos Militares como porcentagem do PIB em 2014. Elaboração própria com base em dados do SIPRI (PERLO-FREEMAN *et al.*, 2015)**

Igualmente, aproximações tais como investimento em P&D (cujos dados disponíveis não seccionam P&D militar pública e privada) são problemáticas por presumir um retorno proporcional, sem contar com o lapso temporal necessário a que pesquisa e desenvolvimento deem lugar a um produto viável para consumo. Além do mais, não necessariamente P&D se converte ou resulta em inovações. “Inovação refere-se a um processo que começa com uma ideia nova e conclui com sua introdução no mercado. Por conseguinte, uma invenção por si só não constitui uma inovação. [A busca por uma ] inovação, por vezes, leva a um beco sem saída (...)” (GIANNOPAPA *et. al.*, 2012, p. 10).

A mensuração dos efeitos do *spin-off* apresenta outra dificuldade: a indústria de defesa constitui não tanto uma indústria ou setor, mas um segmento que cruza diversas indústrias como TI, aeroespacial, transportes, comunicação, indústria naval, assim como indústrias específicas de produção de armamento e munição<sup>59</sup>.

Fato evidente ao se examinar o portfólio de firmas fornecedoras de sistemas de armas. Por exemplo, a Kawasaki Heavy Industries, companhia japonesa de transportes, fabrica quadriciclos, *jet skis*, caças de combate aéreo (Kawasaki T-4), aviões utilitários (Kawasaki C-1A), helicópteros (Kawasaki XOH-1), navios, plantas industriais, tratores, trens, robôs (para

<sup>59</sup> Ver “Measuring arms production”, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), disponível em [www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring\\_aprod](http://www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring_aprod). Acesso em 6 set. 2015.

uso industrial) e equipamento aeroespacial. Outra japonesa, a Mitsubishi Heavy Industries, do Grupo Mitsubishi, constrói componentes aeroespaciais, aparelhos de ar-condicionado, aviões, componentes automotivos, empilhadeiras, equipamentos hidráulicos, mísseis, equipamentos de geração de energia, navios e veículos lançadores espaciais. A notória Boeing (EUA), segunda maior empresa de defesa de acordo com o SIPRI<sup>60</sup>, desde sua origem, diversificou suas atividades para produção civil e militar, construindo aviões para correio aéreo, hidroaviões para treinamento na Primeira Guerra Mundial e até móveis e barcos no pós-guerra. Até hoje, a empresa é organizada em dois setores principais: Boeing Commercial Airplanes, de orientação civil, e a Boeing Defense, Space & Security, seu ramo militar. A multinacional europeia Airbus Group SE dispõe, também, de divisão civil e militar. A francesa Thales Group, em décima posição, da mesma forma atua na indústria ferroviária. A brasileira Embraer S.A fabrica, além de aviões militares, aviões comerciais, executivos e para uso agrícola.

Por sua vez, os indicadores de crescimento econômico PIB e PNB são, de acordo com Begg, Stanley e Dornbusch (2002, p. 508) medidas muito incompletas do que é produzido em uma economia, especialmente no que tange a ponderar o aparecimento de novos produtos. Pode-se acrescentar que essas variáveis tradicionais não carregam informação direta sobre o nível científico e tecnológico de um país. Por exemplo, como contabilizar o impacto da internet, que permite atividades (como trabalho remoto, eliminando a necessidade de escritórios físicos em alguns casos) antes impossíveis? Outra limitação importante do uso dessas medidas como indicadores de produção reside na expansão cada vez maior do setor de serviços em muitas economias. Ao contabilizar esse setor, o valor do PIB e do PNB pode mascarar uma redução na produção real do mercado interno.

Todavia, este é um problema inerente às Ciências Sociais, na qual dificilmente se dispõe de medidas exatas para as variáveis estudadas (ROYES e BASTOS, 2001). Tem-se a opção de aceitar as restrições de construir um modelo que é um recorte impreciso da realidade, ou abandonar o *spin-off* como orientação para elaboração de políticas públicas por carecer de cientificidade. Na impossibilidade de verificação dos pressupostos do *spin-off*, torna-se impossível seu falseamento e, na epistemologia científica, só é científico o que é passível de falseabilidade (POPPER, 2004, MORIN, 1998).

---

<sup>60</sup> FLEURANT, Aude e PERLO-FREEMAN, Sam. The SIPRI Top 100 Arms-Producing and Military Services Companies, 2013. SIPRI Fact Sheet, December 2014.

A fim de solucionar as limitações apresentadas pelas metodologias centradas em *input*, decidiu-se adotar uma medida de complexidade econômica para a indústria de defesa, a indústria de bens de alta intensidade tecnológica e a indústria como um todo, centrando a análise nas etapas (3) e (4), expressas em Fonseca (2000)<sup>61</sup>, de criação de um novo patamar tecnológico tanto no âmbito civil quanto no âmbito militar.

Partindo do pressuposto de Adam Smith (1776) sobre a relevância da divisão do trabalho para a riqueza das nações, foi conjecturado que o desenvolvimento econômico de um país se relaciona com a complexidade que emerge das interações entre a variedade de atividades individuais que conformam sua economia (ROMER, 1990; GROSSMAN e HELPMAN, 1991).

Em termos de conhecimento, a divisão do trabalho proporciona a uma sociedade o acesso a uma quantidade de informação impossível de se adquirir individualmente; seus membros formam redes que lhes permite se especializar e compartilhar seu conhecimento (HAUSMANN *et. al.*, 2011). Essas estruturas são resultantes de longos e cumulativos processos de aprendizagem, aglomeração, desenvolvimento institucional e cultura empresarial e manifestam dependência histórica (LALL, 2001, p. 6).

Tal estruturação interna é refletida nos produtos que uma economia é capaz de fabricar. Cada produto encapsula certa informação sobre a acumulação social do conhecimento produtivo nacional. Por exemplo, na produção de um veículo, além de matéria prima e trabalho, entram conhecimentos de engenharia mecânica, metalurgia, eletrônica, aerodinâmica e design. Uma simples maçã embute milhares de anos de noções sobre agricultura, logística, refrigeração, controle de pragas, segurança alimentar e preservação de produtos frescos (HAUSMANN, 2011).

Capacidades ou competências são o conjunto de capital humano e físico, sistema jurídico, instituições, conhecimento tácito necessários para produzir um bem, que, coletivamente, no nível empresarial, constituem o *know-how* (ABDON *et. al.*, 2010). Mas se, graças à globalização, os países estão conectados entre si por um mercado mundial de *inputs* e *outputs* que possibilita a exploração da divisão do trabalho em escala global, como se explica a crescente diferença no PIB e PIB *per capita* entre países mais e menos desenvolvidos (HAUSMANN *et. al.*, 2011)?

Nas teorias econômicas tradicionais, inexistente distinção entre conhecimento e informação, enxergando o conhecimento como mera informação acumulada, ignorando as

---

<sup>61</sup> Ver página 50.

dificuldades de comunicação e transferência de conhecimento tácito (ELIASSON, 2010). O conhecimento tácito<sup>62</sup> - aquele difícil de expressar, formalizar ou compartilhar (SVEIBY, 1997) - é o que restringe o processo de desenvolvimento econômico. “Em última instância, diferenças em prosperidade são coligadas ao montante de conhecimento tácito de uma sociedade” (HAUSMANN, 2011, p. 16).

A criação, comercialização e difusão de tecnologia são, em grande medida, uma questão de custosas transações de mercado de conhecimento tácito embutido em bens intangíveis, demandando apoio institucional na forma de incentivos econômicos e incentivos à concorrência (ELIASSON, 2010, p. 67). A difusão de conhecimento tácito se dá por meio da interação de pessoas qualificadas em hierarquias (dentro de uma organização ou empresa) ou em mercados, não sendo passível de transmissão em formas codificadas, como, por exemplo, canais eletrônicos de comunicação (ELIASSON, 2010)

Hidalgo e Hausmann (2009) postulam que o desenvolvimento econômico de um estado é determinado pela sua habilidade em acumular as competências necessárias para fabricar bens mais sofisticados. A complexidade de um produto é uma função das competências que ele requer para ser manufaturado e a complexidade de um país é dada pela variedade de competências / capacidades de que dispõe. (ABDON *et. al.*, 2010).

Como metáfora, Hausmann e outros (2011) utilizam o jogo de construção Lego. Cada capacidade ou competência equivaleria a uma peça de Lego. Um produto, por sua vez, seria equivalente a um modelo (castelo, caminhão de bombeiros) e um país a uma caixa de Lego. Os países podem produzir os itens para os quais eles possuem todas as capacidades necessárias, tal e como uma pessoa consegue montar modelos para os quais dispõe de todas as peças. A construção de um determinado modelo aponta para a disponibilidade de um conjunto específico de peças Lego. Uma caixa de Lego contendo as peças para construir um modelo de bicicleta provavelmente não contém as peças para criar um avião, porém, uma caixa com as peças para montar um avião possivelmente contém igualmente as peças para fazer a bicicleta (ABDON *et. al.*, 2010).

A composição setorial das atividades produtivas de um país seria, analogamente, determinante para suas oportunidades de crescimento e o processo de especialização produtiva

---

<sup>62</sup> Conhecimento tácito refere-se ao conhecimento intangível imbuído em cada indivíduo, o conhecimento pessoal que cada indivíduo carrega, o que observa e aprende pela experiência e que é internalizado e, portanto, não está prontamente disponível para transferência (MURALIDHAR, 2000). Segundo Chugh (2013), trata-se das habilidades, ideias e experiências que as pessoas têm em suas mentes e que são, por conseguinte, de difícil acesso, pois muitas vezes não podem ser facilmente expressas ou formalizadas. Este conhecimento é refletido nas ações humanas e suas interações com o ambiente social (DELONG e FAHEY, 2000 *apud* CHUGH, 2015).

e tecnológica (HIDALGO e HAUSMANN, 2009, p. 370). Percepção já presente na economia clássica. Say (1855, I. XV. 15, p. 19) já postulava que, em cada comunidade, quanto mais numerosos os produtores e mais diversas suas produções, mais extensos, numerosos e imediatos são os mercados para essas produções e, conseqüentemente, mais rentáveis para os produtores, pois o preço dos seus bens aumentará com a demanda.

De modo similar, a “*Competence Bloc Theory*” ou teoria do bloco de competências/capacidades, exposta em Eliasson (2010) representa a interação dinâmica de pessoas ou grupos de pessoas que incorporam o conhecimento tácito, isto é, o bloco é constituído pelos atores que dispõem das competências funcionais. Esses atores agem em interesse próprio e tomam decisões estimuladas por incentivos e constrangidas pela concorrência em uma analogia à mão invisível do mercado de Adam Smith (ELIASSON, 2010, p. 47).

Uma *proxy* razoável para capacidade produtiva de um estado é sua pauta de exportações, para a qual há dados detalhados por país e por produto em dólares americanos, facilitando estudos comparados (CRISTELLI *et. al.*, 2013). Lall (2001) descreve como características específicas do processo de criação e acumulação tecnológica desenvolvem um padrão de capacidade refletido na estrutura exportadora. A evolução dos padrões de exportação depende da interação com o progresso técnico internacional, o grau de exposição à concorrência estrangeira (para países sem o livre comércio), a estrutura das competências locais (com e sem investimento estrangeiro direto) e a taxa de aumentos salariais (LALL, 2001, p. 5).

Pesquisas recentes que buscam extrair uma relação causal entre exportações e desempenho empresarial adotam a explicação de que as firmas mais produtivas são as selecionadas para os mercados exportadores (CLERIDES, LACH e TYBOUT, 1998; AW, CHUNG e ROBERTS, 2000; DELGADO, FARIÑAS e RUANO, 2002). Eles observam que a produtividade das firmas aumenta antes da entrada no mercado internacional e concluem, portanto, que a exportação é um resultado dos ganhos de produtividade em vez de sua causa. Hidalgo e Hausmann (2009) propõem uma medida de complexidade econômica baseada na diversidade da pauta de exportações e na ubiquidade (se um bem é produzido por muitos países ou se é raro) dos produtos.

A ubiquidade é introduzida como uma forma de mensurar, indiretamente, a intensidade tecnológica de um item, baseando-se na Teoria das Vantagens Comparativas de David Ricardo, que defende que um país deve especializar-se nos bens nos quais obtém vantagens relativas, dadas por um custo de produção mais baixo do que os países concorrentes (RICARDO, 1817 *apud* CUNHA, 1997, p. 214).

Com a revolução científico-tecnológica, é tradicionalmente suposto que os países mais ricos se especializaram em nichos econômicos caracterizados pelo uso intensivo de conhecimento e que possuem maior valor agregado, isto é, produtos com um alto grau de especialização (TACCHELLA *et. al.*, 2012).

Cristelli e outros (2013) observam em sua análise dos dados de exportação mundial que, em realidade, os países mais desenvolvidos não seguem o caminho da especialização, mas sim tendem a diversificar ao máximo o seu sistema produtivo. Em sua opinião, no ambiente dinâmico e em constante mudança da economia globalizada, a diversidade, mais do que a especialização, parece ser a fonte de competitividade entre as nações (CRISTELLI *et. al.*, 2013). Seus resultados implicam que países pouco diversificados tendem a produzir somente aqueles bens que são fabricados pela grande maioria dos países enquanto que somente os países mais diversificados conseguem produzir os bens de maior complexidade (CRISTELLI *et. al.*, 2013). Diversos trabalhos verificam que, de fato, os países tendem a produzir todos os possíveis produtos que podem, dado o seu nível de tecnologia e desenvolvimento (SERRANO, *et al.*, 2007; SQUARTINI *et al.*, 2011; TACCHELLA *et al.*, 2012, CRISTELLI *et al.*, 2013).

Achados recentes apoiam a concepção teórica da complexidade econômica como *proxy* para desenvolvimento e ferramenta previsora de crescimento econômico (RODRIK, 2006; HAUSMANN, HWANG e RODRIK, 2007; HIDALGO e HAUSMANN, 2009; ABDON *et. al.*, 2010; PONCET e de WALDEMAR, 2013),

Em lugar de aderir a uma medida indireta da sofisticação de um produto a partir das diversas revisões do indicador de complexidade econômico (ECI) desenvolvido por Hidalgo e Hausmann (2009) recentemente publicadas (OURES, 2013; CRISTELLI *et. al.*, 2013; KEMP-BENEDICT, 2014), optou-se por um indicador fundamentado em lógica *fuzzy*, descrita na próxima seção, que viabiliza a extração da lógica subjacente ao ECI, mas valendo-se de uma medida direta por meio da classificação em intensidade tecnológica da OCDE<sup>63</sup>.

Embora a pauta de exportações de um país não contabilize processos<sup>64</sup>, uma melhoria ou inovação em processos pressupõe uma melhoria na produtividade, refletida, em última

---

<sup>63</sup> Ver nota n. 52.

<sup>64</sup>A inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Isto inclui alterações significativas nas técnicas, equipamento e / ou software (OECD, OSLO MANUAL, 2005, p. 46). Pode incluir mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes (OECD, OSLO MANUAL, 1997, p. 8). De acordo com Hammer e Champy (1994), inovação de processo implica em mudanças radicais (não necessariamente de ruptura), visando melhorias drásticas em indicadores de desempenho como custos, qualidade, atendimento ao cliente e velocidade. Araujo (2001), enfatiza o foco na produtividade, definindo-a como a “adoção de uma nova forma de produzir que, efetivamente, promova mudanças no desenvolvimento do processo produtivo, através da introdução e uso de

instância, no volume produzido. Exemplo claro é o da exportação de soja no Brasil. De 1941 é o primeiro registro estatístico de produção de soja no país<sup>65</sup>, com 640 ha (hectares) de área cultivada produzindo 450 t (toneladas) com produtividade de 700 kg/ha (quilos por hectare). Oito anos depois, o Brasil passa a figurar como um dos produtores internacionais de soja, com 25.000 t<sup>66</sup>.

A modernização do cultivo, com o estabelecimento de um importante parque industrial de processamento de soja, de máquinas e de insumos agrícolas; a mecanização da cultura; melhorias nos sistemas viário, portuário e de comunicações para o escoamento da produção, aliados a incentivos fiscais do governo e ao estabelecimento de uma rede de pesquisa governamental e privada, impulsionaram o Brasil para a posição de segundo maior produtor mundial, somente atrás dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2004).

Nos anos 70, o Brasil multiplicou por dez a sua produção, passando de 1,5 milhões de toneladas produzidas no começo da década para mais de 15 milhões de toneladas em 1979, aumentando também sua produtividade de 1,14 t/ha para 1,73 t/ha. A pesquisa brasileira sobre o grão revolucionou o cultivo mundial ao desenvolver uma variedade adaptada às baixas latitudes dos climas tropicais, possibilitando o plantio em qualquer parte do território nacional (EMBRAPA, 2004).

Outro ponto relevante acerca da utilização de dados de exportação concerne em não abarcar a indústria de defesa doméstica, uma vez que a produção de armamento com frequência envolve tecnologias sensíveis<sup>67</sup>, cuja disseminação é cerceada com finalidades políticas e estratégicas. Não obstante, face aos problemas de indicadores como gastos militares e P&D militar, acima descritos, as exportações de sistemas de armas são a melhor representação disponível para o nível científico e tecnológico da capacidade produtiva da indústria de defesa. Rolo (2009) salienta que os dados do SIPRI, embora uma mera aproximação ao estudo do fenômeno da produção e venda de armas à escala mundial, continuam unanimemente considerados como instrumento de trabalho de inegável utilidade.

Quanto ao cerceamento, tomando as considerações de Romer (1986) sobre conhecimento como não excluível de todo (por exemplo, com a capacitação do capital humano,

---

máquinas e equipamentos mais automatizados e/ou de novos métodos de organização do trabalho” (ARAÚJO, 2001).

<sup>65</sup> Embrapa Soja, Sistema de Produção n.1. Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil, 2004.

<sup>66</sup> *Ibidem*.

<sup>67</sup> “Tecnologia sensível é uma tecnologia de qualquer natureza, civil ou militar, que um determinado país ou grupo de países, considera que não deva dar acesso, durante um certo tempo, a outros países, hipoteticamente por razões de segurança. Em muitas publicações utiliza-se a designação de tecnologia sensível para significar tecnologia de uso dual” (LONGO, 2009).

as novas habilidades seriam eventualmente incorporadas na indústria civil gerando externalidades), após um lapso temporal deveria se observar a elevação da complexidade dos setores civis. As restrições sobre a venda também não são totais, o cerceamento tecnológico acontece para países específicos, não impedindo completamente o comércio de um determinado produto de defesa. Os EUA, embora priorizem a restrição de vendas externas de armamentos de acordo com interesses políticos, no período entre 1992-2009 foi responsável por mais de 40% das transferências mundiais de armas de acordo com dados do SIPRI (Yearbook, diversos anos). O país tampouco impediu a entrada e a expansão da britânica BAE Systems em seu mercado doméstico de produtos de defesa.

Em última instância, embora uma delimitação precisa da indústria de defesa não seja viável, “a Defesa ganha concretude em sua base material” (MOREIRA, 2015, comunicação oral). Destarte, a transferência de sistemas de armas pode constituir uma aproximação aquém da capacidade produtiva total da indústria de defesa de um país, mas indubitavelmente contabiliza resultados (produtos de defesa) do desenvolvimento do setor e não outros elementos como ocorre com dispêndio militar ou efetivo das Forças Armadas. Outrossim o leitor comprovará, na seção “3.2 – Análise e discussão dos resultados”, que essa limitação, embora restrinja a abrangência dos resultados, não constitui um entrave para as conclusões extraídas.

## 2.4 - Lógica Fuzzy

A Teoria dos Conjuntos Nebulosos é baseada na Teoria dos Conjuntos de Cantor<sup>68</sup> e foi formalizada em 1965 por Lotfi A. Zadeh<sup>69</sup>. Quando utilizada em sistemas baseados em conhecimento, dentro de um contexto lógico, é conhecida como lógica nebulosa, lógica difusa ou lógica *fuzzy* (SANDRI e CORREA, 1999). Explicitamente, “Lógica Difusa é um conjunto de métodos baseados no conceito de conjunto difuso (*fuzzy set*) e operações difusas que possibilita o modelamento realista e flexível de sistemas” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999).

Oliveira Júnior (1999) destaca a capacidade da lógica *fuzzy* de capturar a imprecisão e as várias nuances do raciocínio humano, possibilitando a análise de sistemas de extrema complexidade. Para exemplificar de forma simples: diante de três copos de água, um 0%

---

<sup>68</sup> “Teoria matemática dedicada ao estudo da associação entre objetos com uma mesma propriedade, elaborada por volta do ano de 1872. Sua origem pode ser encontrada nos trabalhos do matemático russo Georg Cantor (1845-1918), os quais buscavam a mais primitiva e sintética definição de conjunto” (INFOESCOLA). Disponível em <<http://www.infoescola.com/matematica/teoria-dos-conjuntos/>>, acessado em 8 de julho de 2015.

<sup>69</sup> ZADEH, L. A. (1965). "Fuzzy sets". Information and Control 8 (3): 338.

preenchido, um 50% preenchido e um 100% preenchido, com os predicados “cheio” e “vazio”, como se expressa a condição de 50%, meio “cheio” ou meio “vazio”? Descartando as considerações acerca de uma posição otimista ou pessimista sobre a vida, o copo está, efetivamente, meio “cheio” e meio “vazio”. Em termos *fuzzy*, a resposta seria que o copo em questão está “cheio” com grau de 50% e “vazio” com grau de 50%. Igualmente, o copo completamente preenchido está “cheio” com grau de 100% e “vazio” com grau de 0%.

Contudo, em conjuntos *crisp* (abruptos), há somente duas opções possíveis, um determinado elemento pertence ou não pertence a um conjunto, descartando-se “os tons de ‘cinza’ entre o absolutamente ‘preto’ e o absolutamente ‘branco’” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 7). A transição da condição de pertinência para a de não-pertinência é abrupta (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 17). Posto de outro modo, na teoria dos conjuntos tradicional, um elemento pertence ou não pertence a um determinado conjunto, isto é, a pertinência de um elemento assume os valores 0 ou 1/verdadeiro ou falso: maçãs não pertencem ao conjunto de laranjas.

É possível identificar inúmeros casos em que conjuntos ou classes não coincidem com essa definição matemática clássica. Porém, “é fato que essas classes, imprecisamente definidas, desempenham um papel importante no pensamento humano, especialmente no que tange ao reconhecimento de padrões, comunicação de informações e abstração” (ZADEH, 1965, p. 338).

Para Salej (2007), a dicotomia (0 ou 1, verdadeiro ou falso) dos conjuntos *crisp* não é suficiente para “representar as imprecisões do cotidiano” (SALEJ, 2007, p. 20). Como exemplo, a pesquisadora usa a sentença “o dia está ensolarado”. Para que essa afirmação seja 100% verdadeira, é preciso que não haja nenhuma nuvem no céu e, para que seja 0%, isto é, completamente falsa, que tenha chovido durante todo o dia. Entre essas possibilidades existem diferentes graus de proximidade a esses dois cenários.

Os *fuzzy sets* (conjuntos nebulosos) oferecem aos pesquisadores uma álgebra interpretativa. Seu potencial para as ciências sociais está na possibilidade de dar vida, intensificar e ampliar o diálogo entre ideias e evidências na pesquisa social (ou seja, entre teorias e análise de dados) (SALEJ, 2007, p. 20).

No lugar de assumir os valores 0 ou 1 de pertinência, na teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy set*) um elemento poderá pertencer a um conjunto com grau de pertinência que varia no intervalo  $[0,1]$ , onde o valor 0 indica uma completa exclusão, o valor 1 representa completa pertinência e os valores deste intervalo representam graus intermediários de pertinência do objeto com relação ao conjunto. A função de pertinência representa o grau em que um elemento

pertence ao conjunto nebuloso. Com isto, torna-se possível a modelagem de fenômenos complexos ou vagamente definidos.

Formalmente, “um conjunto difuso é um par  $(A, \mu[A])$ , sendo  $\mu[A]: X \Rightarrow [0,1]$  uma função de pertinência que retrata o grau em que os elementos do conjunto ordinário  $A$  pertencem ao conjunto difuso  $(A, \mu[A])$ ” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 19).

Se  $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , o conjunto definido por  $A = \{1/1, 0.8/2, 0.5/3, 0/5\}$  nos diz que o elemento 1 pertence plenamente ao subconjunto  $A$ , que 2 pertence a  $A$  com 80% de ‘intensidade’, que 3 pertence a  $A$  com grau de 50% e que 5 não pertence a  $A$  (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 20).

Para ilustrar os componentes de uma modelagem baseada em lógica *fuzzy*, utilizar-se-á um exemplo de sistema *fuzzy* de estimativa da velocidade dos carros em uma rua, fornecido em comunicação informal pelo prof. Orlando Bernardo Filho, que prestou a orientação técnica para a construção dos indicadores desta tese.

Na confecção do modelo, são atribuídas às variáveis reais, neste caso ‘Velocidade’, classes de conjuntos associados a termos linguísticos (‘Muito Lenta’, ‘Lenta’, ‘Rápida’, ‘Muito Rápida’).

O termo ou variável linguística se configura como “os tijolos das proposições difusas” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 61). Formalmente, é caracterizada por 5 elementos:

1. Nome da variável:  $T(Largura)$ ;
2. Universo de discurso:  $U=[0 \text{ m}, 40 \text{ m}]$ ;
3. Conjunto dos termos: {‘Estreita’, ‘Média’, ‘Ampla’};
4. Gramática para gerar os termos; e
5. Conjunto nebuloso: o significado dos termos linguísticos, representado através de conjuntos *fuzzy*.

Logo, a variável ‘Largura’ de uma rua pode variar entre 0 e 40 metros. Uma  $T(Largura) = 40m$  tem grau de pertinência 1 para *ampla*.

Os termos das variáveis linguísticas são manipulados pelas regras de inferência, responsáveis por modelar o raciocínio da lógica nebulosa, isto é, estabelecendo a relação entre as variáveis.

Dadas as variáveis linguísticas:

- $T(\text{Velocidade}) = \{\text{'Muito Lenta'}, \text{'Lenta, Rápida'}, \text{'Muito Rápida'}\}$
- $T(\text{Largura}) = \{\text{'Ampla'}, \text{'Média'}, \text{'Estreita'}\}$
- $T(\text{Trânsito}) = \{\text{'Livre'}, \text{'Moderado'}, \text{'Intenso'}\}$

Podemos formular as seguintes regras de inferência:

1. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Estreita E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Intenso ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Muito Lenta;
2. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Estreita E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Livre ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Rápida;
3. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Estreita E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Moderado ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Lenta;
4. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Média E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Intenso ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Lenta;
5. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Ampla E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Intenso ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Rápida;
6. SE Largura ( $\varepsilon$ ) É Ampla E Trânsito ( $\varepsilon$ ) É Livre ENTÃO Velocidade ( $\varepsilon$ ) É Muito Rápida.

Pode-se observar que, a partir das regras de inferência, é viável modelar a lógica subjacente a uma determinada teoria.

Em um sistema de inferência *fuzzy*, as grandezas de entrada, que podem constituir valores precisos, por exemplo,  $Largura = 28,1$  metros, são transformadas em graus de pertinência, que “são utilizados na avaliação dos níveis de ativação das regras difusas” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 145). Esse processo é chamado de *fuzzificação*.

Em uma segunda etapa, as entradas *fuzzificadas* são processadas de acordo com as regras de inferência e o conjunto difuso ou nebuloso, obtido como resposta da inferência, é *defuzzificado* (convertido em escalar ou, em terminologia *fuzzy*, abrupto), obtendo-se, dessa forma, a saída precisa do sistema (Velocidade = 72 km/h), como descreve a figura 7.

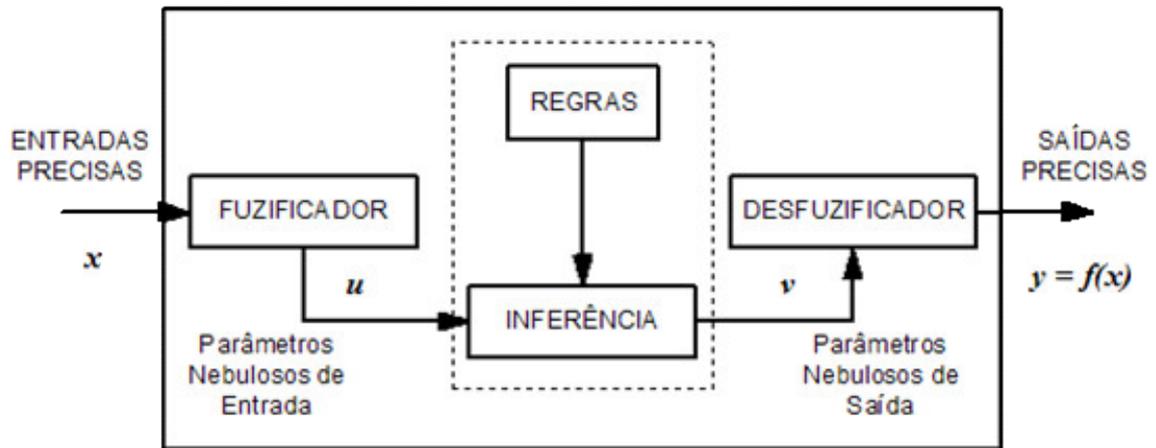


Figura 7 - Modelo genérico de sistema fuzzy. Fonte: adaptado de Leite (2013).

Voltando ao exemplo do sistema de inferência *fuzzy* de ‘Velocidade’ estimada de carros em uma rua, se tem duas variáveis de entrada - Largura e Trânsito – e uma variável de saída Velocidade. A figura abaixo representa as funções de pertinência para cada um dos termos linguísticos ‘Estreita’, ‘Média’ e ‘Ampla’ da variável *Largura*.

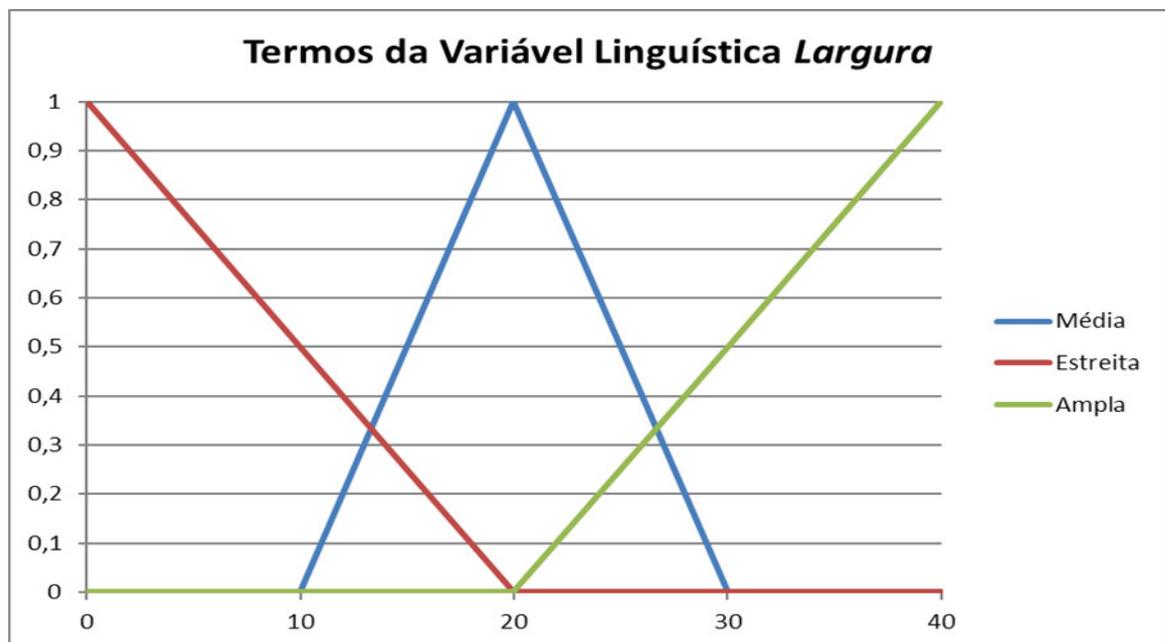


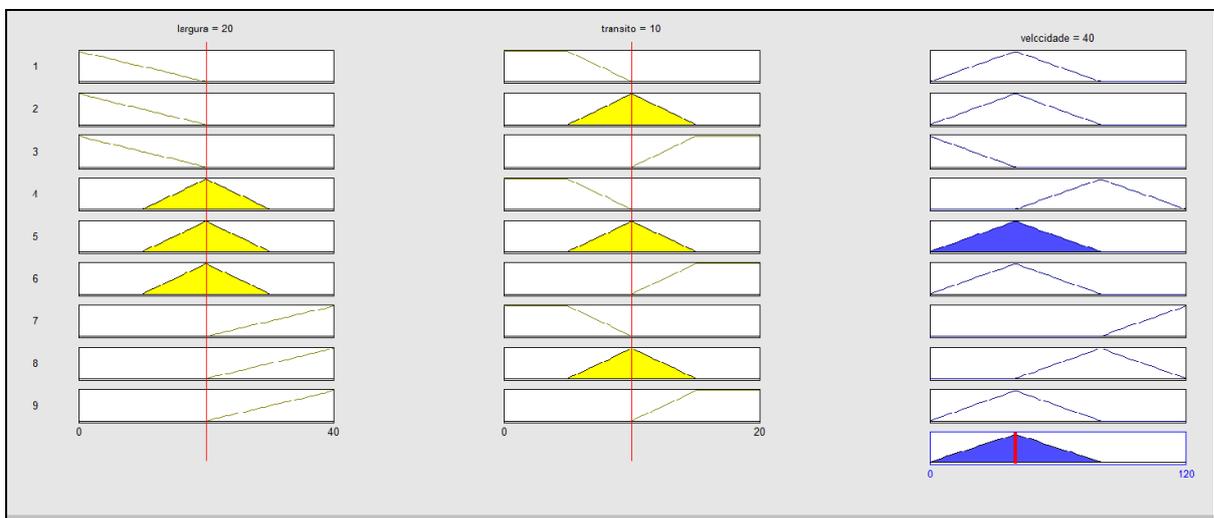
Figura 8 - Funções de pertinência dos termos linguísticos de T(Largura). Elaboração própria.

O eixo Y (ordenada) corresponde ao grau de pertinência (entre 0 e 1) e o eixo X (abscissa), o universo de discurso. Assim, uma *Largura* de 0 metros tem grau de pertinência 1 para *Largura* ‘Estreita’. Uma *Largura* de 15 metros teria um grau de pertinência entre 0,2 e

0.3 para ‘Estreita’ e entre 0.4 e 0.5 para ‘Média’. Então, uma *Largura* de 15 metros é mais ‘Média’ do que ‘Estreita’.

A variável *Trânsito*, que, suponhamos, consiste no número de semáforos em uma rua, possui universo de discurso entre 0 e 20 e termos linguísticos ‘Lento’, ‘Moderado’ e ‘Rápido’. A saída, *Velocidade*, tem universo de discurso entre 0 km/h e 120 km/h, com termos linguísticos ‘Muito Lenta’, ‘Lenta’, ‘Rápida’ e ‘Muito Rápida’.

A figura 9, abaixo, ilustra como ocorre a ativação das regras de inferência. Na primeira coluna é representada a variável *Largura*, na segunda, *Trânsito* e, na terceira, *Velocidade*.



**Figura 9- Ativação das regras de inferência. Elaboração própria.**

Cada linha representa uma regra esboçando todas as combinações possíveis: *Largura* ‘Estreita’ + *Trânsito* ‘Lento’; *Largura* ‘Estreita’ + *Trânsito* ‘Moderado’; *Largura* ‘Estreita’ + *Trânsito* ‘Rápido’; *Largura* ‘Média’ + *Trânsito* ‘Lento’; *Largura* ‘Média’ + *Trânsito* ‘Moderado’...

Uma *Largura* de 20 metros, exatamente a metade do universo de discurso dessa variável, possui grau de pertinência 1 para *Largura* ‘Média’, regras 4, 5 e 6 da primeira coluna. Igualmente, um valor 10 para *Trânsito* corresponde a um grau de pertinência 1 para *Trânsito* ‘Moderado’, ativando as regras 2, 5 e 8 da segunda coluna.

Para a conjunção lógica “E”, utilizada nesse modelo, considera-se o menor grau de pertinência das entradas do sistema para ativar a saída *Velocidade*, por se tratar de uma

interseção entre os conjuntos Largura e Trânsito. É ativada a regra 5 da última coluna, Velocidade É ‘Lenta’.

Sejam  $A$  e  $B$  subconjuntos difusos de  $X$ . Sua interseção é um subconjunto difuso  $A \cap B$ , definido por:

$$(A \cap B)(x) = \min(A(x), B(x)) = A(x) \wedge B(x), \forall x \in X, \text{ onde } \text{“}\wedge\text{”}$$

representa uma conjunção lógica<sup>70</sup> (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 37).

Por exemplo:

$$A = \{0.1/a, 0.3/b, 1/c, 0, d\}$$

$$B = \{0.7/a, 1/b, 0/c, 0.5/d\}$$

$$X = \{a, b, c, d\}$$

$$A \cap B = \{0.1/a, 0.3/b, 0/c, 0/d\} \text{ (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, pp. 37-38).}$$

A norma triangular ou t-norma é uma operação binária que generaliza a ideia de interseção difusa. Seu conceito foi introduzido por Menger (1942) e aprofundado por Schweizer e Skar (1961). Formalmente, uma t-norma é uma função  $T: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$  tal que mantém as propriedades da interseção na teoria dos conjuntos clássica (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 43). O operador min, adotado na metodologia da tese, constitui uma t-norma.

Existem vários métodos de *fuzzificação* e *defuzzificação*. Para os indicadores da tese, foi usado o método de *defuzzificação* de Larsen, que consiste na média aritmética dos centroides ponderada pela área triangular da saída atenuada pelo grau de ativação.

---

<sup>70</sup> A interseção dos subconjuntos A e B é igual ao mínimo entre A e B que é igual a A “e” B para todo x pertencente a X.

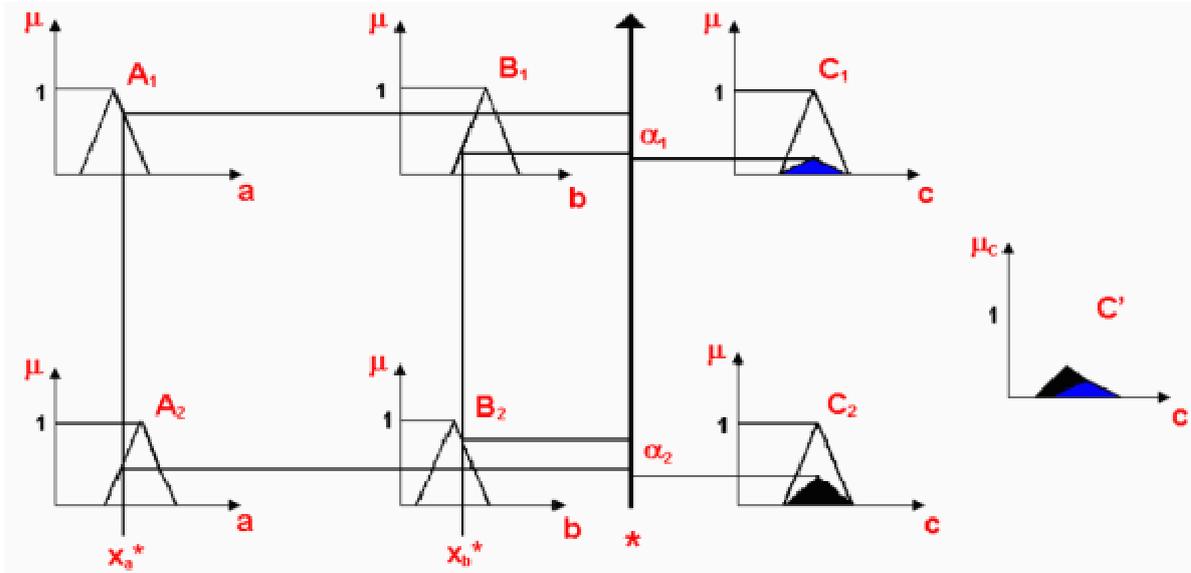


Figura 10 - Modelo clássico de Larsen. Fonte: Sandri e Correa (1999, p. 80).

Royes e Bastos (2001) antecipavam que o uso de técnicas com base em lógica nebulosa, nas ciências sociais, tenderia a crescer, uma vez que a lógica *fuzzy* constitui uma abordagem adequada para tratar de variáveis complexas e imprecisas, representando o raciocínio do especialista de forma realística<sup>71</sup>. “Utiliza-se este instrumental matemático para classificar ou reconhecer padrões a partir de regras estabelecidas a partir da teoria em estudo” (SALEJ, 2007, p. 102).

Buscas no “Banco de teses” hospedado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nas áreas de conhecimento “Ciência Política” e “Relações Internacionais” por teses contendo o termo “*fuzzy*” ou “lógica nebulosa” em qualquer campo retorna “nenhum registro encontrado” (14/09/2015). Contudo, buscas na ferramenta de pesquisa Google apontam para alguns artigos e dissertações brasileiras que fazem uso dessa metodologia.

Como experimento de aplicação dessa abordagem, Royes e Bastos (2001) desenvolvem um modelo para auxílio na tomada de decisão de um político que esteja considerando sua candidatura para reeleição. Como exemplo, descrevem a variável ‘Taxa de aprovação’, com

<sup>71</sup> “Os modelos difusos são tolerantes a aproximações relativamente grosseiras, tanto estruturais quanto no tocante a síntese de relações de pertinência. Isto significa que podemos ter bom desempenho mesmo onde não tenhamos conseguido descrever com excelente precisão o comportamento dos objetos sob análise” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 34).

universo de discurso de  $U=[0\%, 100\%]$  e termos linguísticos: {baixa, média-baixa, média, média-alta, alta}.

<b>Degree of Acceptance Domain (%)</b>	<b>Fuzzy Set (Linguistic Value)</b>
0 - 30	Low
20-50	Medium Low
40-70	Medium
60-85	Medium High
75-100	High

*Table 1: Description of a variable with Fuzzy Sets*

Figura 11 - Descrição de variável fuzzy. Fonte: Royes e Bastos (2001).

A taxa de aprovação de um político é um indicador propício para ser modelado com uma abordagem *fuzzy* porque a delimitação entre os diferentes níveis (alto, médio, baixo) é imprecisa. Enquanto uma taxa de 90% de aprovação certamente pode ser avaliada como alta, uma taxa de 75% é considerada média ou alta? No sistema dos autores, uma taxa de aprovação de 84% possui 0.2 de pertinência para ‘Média-Alta’ e 0.8 para ‘Alta’. Ou seja, a taxa de 84% caracteriza-se melhor como ‘Alta’ do que ‘Média-Alta’.

Os demais trabalhos encontrados tratam de uma variedade de temas – conceituação e mensuração da democracia, representação política, elaboração de tipologias, avaliação de políticas públicas – especificando o mesmo método *fuzzy*: GoM (*Grade of Membership*). Esse método consiste em uma análise de *cluster*<sup>72</sup> a fim de identificar no conjunto de dados perfis extremos, após o qual, estimam-se as características prováveis de ditos perfis (podendo-se acrescentar perfis intermediários) para se calcular o grau de pertinência de cada caso à tipologia criada.

Nesta tese, o uso de lógica *fuzzy* é orientado à modelagem do raciocínio subjacente à lógica da complexidade econômica, que seja, uma economia é tão mais complexa ou sofisticada

<sup>72</sup>. A *clusterização* corresponde ao processo de agrupar os elementos de uma base de dados para obter um conjunto de  $k$  *clusters*,  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ , tal que os elementos contidos em um *cluster*  $C_1$  possuam uma maior similaridade entre si do que com os elementos de qualquer um dos demais *clusters* do conjunto  $C$  (SATORU OCHI et. al., 2004).

quanto mais diversificada e de maior escala é a sua produção. Esta aproximação possibilita elaborar um indicador da complexidade da indústria de defesa centrado em produtos, contornando os entraves das variáveis de *input* e permitindo comparar a evolução histórica da complexidade econômica, da complexidade da indústria de alta tecnologia e da complexidade da indústria de defesa para analisar a hipótese de pesquisa e a hipótese alternativa, anteriormente expostas.

Destaca-se essa abordagem também pela facilidade em construir um modelo com alta *performance* mesmo sob incerteza:

Os modelos difusos são tolerantes a aproximações relativamente grosseiras, tanto estruturais quanto no tocante a síntese de relações de pertinência. Isto significa que podemos ter bom desempenho mesmo onde não tenhamos conseguido descrever com excelente precisão o comportamento dos objetos sob análise (OLIVEIRA JUNIOR, 1999, p. 34).

Os modelos serão descritos a continuação.

## 2.5 - Seleção dos casos

De acordo com o apresentado no início do capítulo, esta é uma tese de tipo 2, segundo classificação de Van Evera (2002), isto é, uma tese que testa hipóteses ou conjecturas de uma teoria contrastando as previsões teóricas com evidências empíricas.

Tal empreendimento é bem delineado por Popper (2004, pp. 26-29). Uma teoria, ou sistema dedutivo, pode ser criticada racionalmente através de suas consequências: “se as premissas de uma dedução válida são verdadeiras, então a conclusão deve também ser verdadeira [...] e se [...] a conclusão é falsa em uma dedução válida, então, não é possível que todas as premissas sejam verdadeiras”. (POPPER, 2004, p. 26). Por verdadeira, o teórico entende uma proposição que corresponde aos fatos ou descreve corretamente os objetos aos quais se refere (POPPER, 2004, p. 28).

A estrutura dessa crítica assemelha-se ou deriva-se do *modus tollens* da lógica tradicional. Se a proposição *p* é deduzível da teoria *t* e se *p* é falsa, então *t* (pelo menos uma de suas premissas) também é falsa (POPPER, 2004, p. 80).

Em linguagem formal, *modus tollens* é um tipo de argumento válido em lógica proposicional na qual ‘se *P* implica *Q*’ e ‘*Q*’ é Falso, então ‘*P*’ é Falso.

$$((P \rightarrow Q) \wedge \neg Q) \rightarrow \neg P$$

Pela tabela verdade<sup>73</sup> é simples observar sua validade. Partindo das premissas ‘P → Q’ (P implica Q) é Verdadeiro (V) e ‘Q’ é Falso (F), somente a última linha da tabela, em destaque, satisfaz essas condições. Nessa linha, P é Falso, portanto, em qualquer instância em que P→Q é Verdadeiro e Q é Falso, P deve também ser Falso.

**Tabela 1 - Tabela Verdade *Modus Tollens*.**

P	Q	P → Q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Analogamente, *modus ponendo ponens*, ou *modus ponens* estabelece que se ‘P implica Q’ e ‘P’ é Verdade, ‘Q’ deve ser Verdade. A primeira linha da tabela verdade é a única que satisfaz as duas premissas (‘P’ é Verdade e ‘P→Q’ é Verdade). Nessa linha, ‘Q’ também é Verdadeiro. Portanto, em qualquer situação em que ‘P→Q’ é Verdade e ‘P’ é Verdade, Q também deve ser Verdadeiro.

**Tabela 2 - Tabela Verdade *Modus Ponens*.**

P	Q	P → Q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Aplicando este raciocínio para o teste da hipótese de que o aumento do nível científico-tecnológico da indústria de defesa eleva o nível científico tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo, incrementos na complexidade da indústria de defesa deveriam ser seguidos, após um espaço temporal, de incrementos na indústria geral e na indústria de alta tecnologia. Uma indústria de defesa de elevada complexidade deveria ser

<sup>73</sup> Tabela matemática utilizada em lógica para determinar a validade de uma fórmula. ‘P implica em Q’ tem dois termos, podendo, cada, assumir os valores Verdadeiro (V) ou Falso (F). Na tabela, são inseridas todas as possíveis combinações de valores: a possibilidade de ambos os termos serem verdadeiros (V V), de apenas um dos termos ser verdadeiro (V F, F V) e de ambos os termos serem falsos (F F).

acompanhada de complexidades crescentes ou elevadas da indústria como um todo e da indústria de alta tecnologia.

A fim de identificar os casos adequados para o teste da hipótese, foram realizadas totalizações para os países que mantêm elevada ou crescente complexidade da indústria de defesa (superior a 6) em 80% do período analisado. Os cálculos foram realizados não somente com valor monetário e com quantidade, mas também incluindo ou excluindo o maior *outlier*<sup>74</sup> positivo, os EUA, que tende a compactar o resultado dos demais países, mesmo após aplicação de escala logarítmica.

## **2.6 - Modelos de Sistema de Inferência *Fuzzy* para Indicador de Complexidade Industrial**

### *2.6.1 - Observações acerca das métricas escolhidas*

Duas alternativas para a medição das complexidades foram adotadas neste trabalho: um cálculo com base no valor monetário das exportações e um cálculo com base na quantidade de produtos exportados. As vantagens em prol do valor monetário são óbvias no sentido de que a quantidade ou volume não reflete a complexidade de um produto nem mesmo os ganhos econômicos que podem resultar do seu comércio. Exemplo extremo é a comparação da venda de um submarino ou de commodities, como toneladas de soja. Utilizando o valor como proxy permitiria a comparação de submarinos e soja sem superestimar o impacto econômico do comércio de itens mais simples, porém, comercializados em grande quantidade. Não obstante, não há dados reais sobre valor monetário de exportações de sistemas de armas.

Para os dados de exportação da base “UN Comtrade”, que até inclui informações sobre armas leves, se dispõe do "trade value", ou seja, o valor da transação comercial para cada categoria de produto. Porém, para a base do SIPRI, de exportação de sistemas de armas, não há tal informação. O mais próximo relativo a custo é o TIV (trend-indicator value), medida de comparação desenvolvida pelo próprio SIPRI, baseada nos custos unitários conhecidos de produção de um conjunto de armas. Os sistemas de armas para o qual o custo de produção não é conhecido são comparados com armas nucleares com base em: tamanho e características de desempenho (peso, velocidade, alcance e carga útil); tipo de eletrônicos, arranjos de carga ou descarga, motor, se usa lagarta ou rodas, armamento e materiais; e no ano da transação. Revendas recebem 40% do valor estimado e revendas com melhorias (equipamentos

---

<sup>74</sup> Valor atípico ou extremo, valor que se distancia das demais observações.

modificados), 60%. Além desses valores dificilmente representarem o custo real de uma transação de sistema de armas, a própria instituição declara que:

Os TIV não representam preços de venda para as transferências de armas. Eles não devem, portanto, ser comparados diretamente com o PIB, a despesa militar, valores de venda ou o valor financeiro de licenciamentos para exportação em uma tentativa de medir o impacto econômico das importações de armas ou os benefícios econômicos das exportações (SIPRI, “*Explanation of the TIV Tables*”, 2014)<sup>75</sup>.

Outro problema do uso dos TIVs é sua elevada quantidade de valores ausentes (*missing data*), que pode afetar os resultados finais.

Todavia, foi encontrada literatura que justificaria uma abordagem por quantidade. Segundo Montobbio e Rampa (2005), evidências sugerem que as indústrias que oferecem oportunidades tecnológicas altas – aquelas que lideram a mudança tecnológica no mundo – apresentam as maiores taxas de crescimento nas exportações. Vários estudos apontam uma associação entre a performance tecnológica e o crescimento exportador ao nível dos países (LAURSEN e MELICIANI, 2000; MALERBA e MONTORBIO, 2003), assim como entre a produtividade e entrada no mercado de exportações (CLERIDES, LACH e TYBOUT, 1998; AW, CHUNG e ROBERTS, 2000; DELGADO, FARIÑAS e RUANO, 2002).

Igualmente, estudos empíricos recentes<sup>76</sup> encontram evidências que favorecem uma abordagem baseada em quantidade. Nos dados coletados para esta pesquisa, observa-se que os países mais ricos exportam também em maior quantidade e não deixam de exportar produtos com menor intensidade tecnológica. Os países mais pobres, por sua vez, não conseguem competir em termos de quantidade nem mesmo em produtos de baixo conteúdo tecnológico. Ante as limitações de ambas as abordagens, foi decidido incluir os dois tipos de cálculo.

## 2.6.2 – Modelos

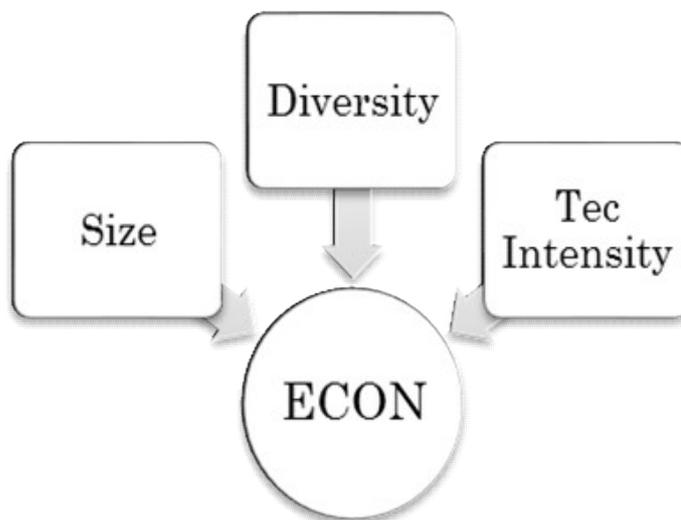
### 2.6.2.1 - Modelo *ICI-ECON*

Nesta seção, é apresentado o modelo de um sistema de inferência fuzzy para processar o Índice de Complexidade Industrial (ICI) da economia geral, *ECON*, de acordo com a

<sup>75</sup> Disponível em: [http://www.sipri.org/databases/yy\\_armstransfers/background/explanations2\\_default](http://www.sipri.org/databases/yy_armstransfers/background/explanations2_default), acessado em julho de 2014.

<sup>76</sup> SERRANO, *et. al.*, 2007; SQUARTINI *et. al.*, 2011; TACHELLA *et. al.*, 2012, CRISTELLI *et. al.*, 2013.

concepção de complexidade econômica previamente descrita. A figura 12 a seguir exibe a idealização do novo índice para cada país, levando-se em conta a sua pauta de exportações.



**Figura 12 - Sistema de Inferência Fuzzy para o cálculo do índice de complexidade econômica ECON.**  
Elaboração própria.

Como se pode observar, o *ICI-ECON* utiliza quatro variáveis linguísticas, sendo uma delas a saída *ECON* e as outras três que compõem as entradas, a saber:

- ***Size*** → caracteriza o volume do comércio internacional de exportação realizado pelo país sob análise, seja desde o ponto de vista de quantidade de bens exportados ou de valor monetário das transações;
- ***Diversity*** → caracteriza a variedade de produtos comercializados pelo país em suas exportações.
- ***Technology Intensity*** → caracteriza o nível de avanço tecnológico agregado aos produtos exportados pelo país sob análise.

Com essas três variáveis de entrada, é possível caracterizar bem o impacto que as exportações de um país exercem sobre o comércio mundial, além de estabelecer um razoável critério de comparação entre todos os países.

A variável ***Size*** é definida como um valor percentual de 0 a 100 e tem pertinência entre 0 a 1 para os seus termos nebulosos. Os seus termos linguísticos são: *Low*, *Medium* e *High*. A figura 13 mostra as funções de pertinência para essa variável.

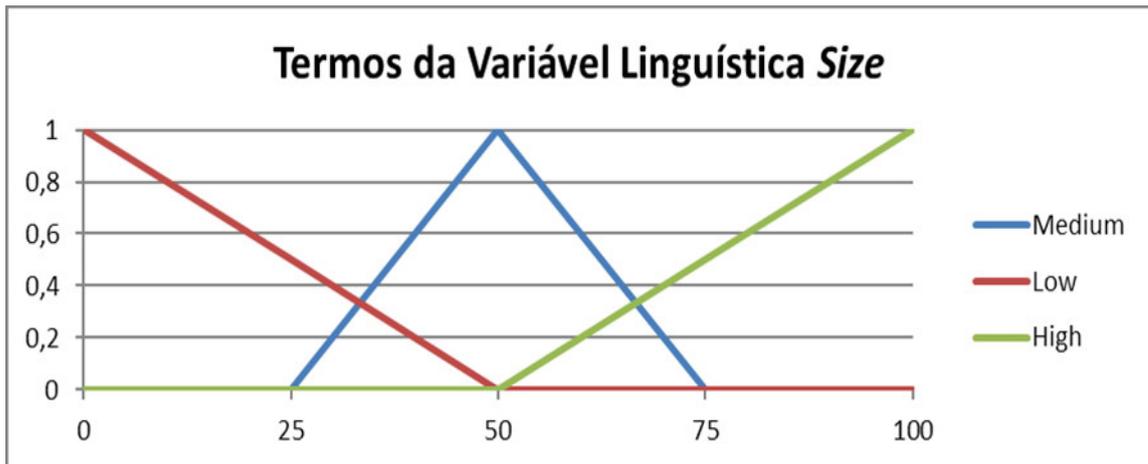


Figura 13 - Funções de pertinência da variável linguística *Size*. Elaboração própria.

A entrada *Size* possui universo de discurso de 0% a 100%, pois ao afirmar que um país possui muitas exportações (*High*), significa na verdade que ele exporta muito mais que os outros países, da mesma forma que ao se afirmar que uma pessoa é alta, significa que ela tem uma altura superior à média das demais pessoas, pois os valores absolutos por si só não significam muito sem compará-los com outros valores. Com isso, foi decidido que o valor preciso da entrada *Size*, segundo a quantidade de exportações, é dado pela equação:

$$Size(p) = (100 \times Q\{NE_{p' \neq p} < NE_p\}) / (n - 1) \quad (1)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando o tamanho das suas exportações;
- $NE_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações (considerando todos os produtos) do país  $p$ ;
- $Q\{NE_{p' \neq p} < NE_p\}$  é a quantidade de países que possuem um número total de exportações ( $NE$ ) menor que o do país  $p$  considerado;
- $n$  é o total de países empregados no cálculo.

Alternativamente, para o cálculo com base no valor monetário, *Size* é definido por:

$$Size(p) = (100 \times Q\{VE_{p' \neq p} < VE_p\}) / (n - 1) \quad (2)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando o tamanho das suas exportações;
- $VE_p$  é a soma total dos valores de todas as exportações (considerando todos os produtos) do país  $p$ ;

- $Q\{VE_{p' \neq p} < VE_p\}$  é a quantidade de países que possuem um valor total de exportações ( $VE$ ) menor que o do país  $p$  considerado;
- $n$  é o total de países empregados no cálculo.

A partir das equações (1) e (2), constata-se que o país detentor de um total de exportações maior do que todos os outros, terá um valor para *Size* de 100%, enquanto no outro extremo, o país que tiver um total de exportações menor do que a dos demais países, terá um *Size* de 0%.

A forma geométrica da função descritiva dos graus de pertinência é determinada pelo especialista. Note-se, na figura acima, que foi escolhida uma função triangular, apropriada para “expressar pertinência crescente à esquerda e decrescente à direita” (OLIVEIRA JÚNIOR, 1999, p. 32).

A variável *Diversity* denota o quanto as exportações de um país são variadas, ou seja, a quantidade de produtos distintos que um país exporta de forma significativa. Essa última afirmação (de forma significativa) refere-se ao fato de considerar produtos exportados que tenham impacto em nível mundial. A ideia é descartar produtos que sejam exportados em pouca quantidade, pois diante de todo o comércio mundial, a exportação de tal produto poderia ser desprezada e, portanto, não será computada para o cálculo da diversidade do país sob análise. Os termos linguísticos para esta variável são: *Low*, *Medium* ou *High*. A figura 14 mostra as funções de pertinência para a variável *Diversity*.

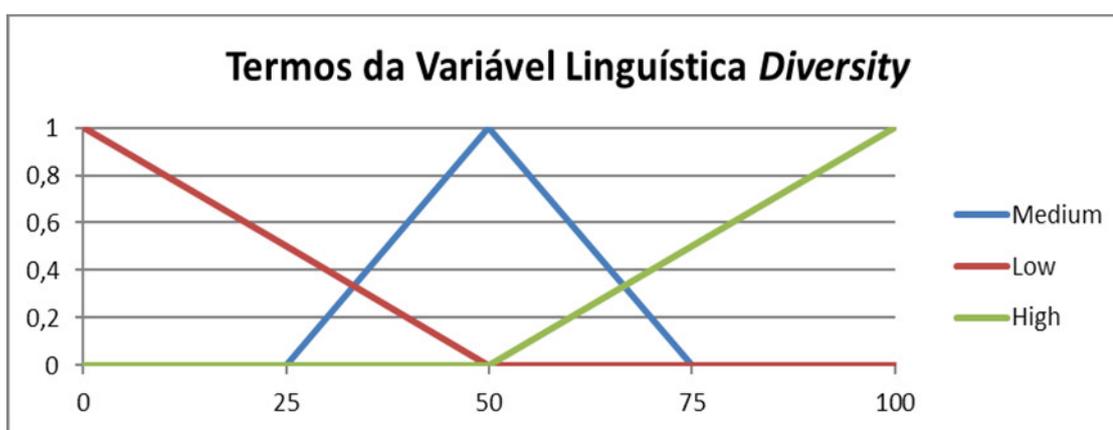


Figura 14 - Funções de pertinência da variável linguística *Diversity*. Elaboração própria.

O valor preciso para a variável *Diversity* é dado pelas equações (3) e (4) a seguir:

$$\mathbf{Diversity}(p) = (100 \times Q\{E_{prod,p} \geq ME_{prod}\})/m_p \quad (3)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando a diversidade das suas, exportações;
- $E_{prod,p}$  é a quantidade das exportações de um produto  $prod$  do país  $p$  em análise;
- $ME_{prod}$  é a média das exportações de um produto  $prod$  em todo o mundo;
- $Q\{E_{prod,p} \geq ME_{prod}\}$  é o total de produtos de um país  $p$  cuja quantidade exportada supera a média de exportações em nível mundial;
- $m_p$  é o total de produtos exportados pelo país  $p$ .

$$\mathbf{Diversity}(p) = (100 \times Q\{VE_{prod,p} \geq MVE_{prod}\})/m_p \quad (4)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando a diversidade das suas, exportações;
- $VE_{prod,p}$  é o valor das exportações de um produto  $prod$  do país  $p$  em análise;
- $MVE_{prod}$  é a média do valor das exportações de um produto  $prod$  em todo o mundo;
- $Q\{VE_{prod,p} \geq MVE_{prod}\}$  é o total de produtos de um país  $p$  cujo valor exportado supera a média de exportações em nível mundial;
- $m_p$  é a soma total do valor dos produtos exportados pelo país  $p$ .

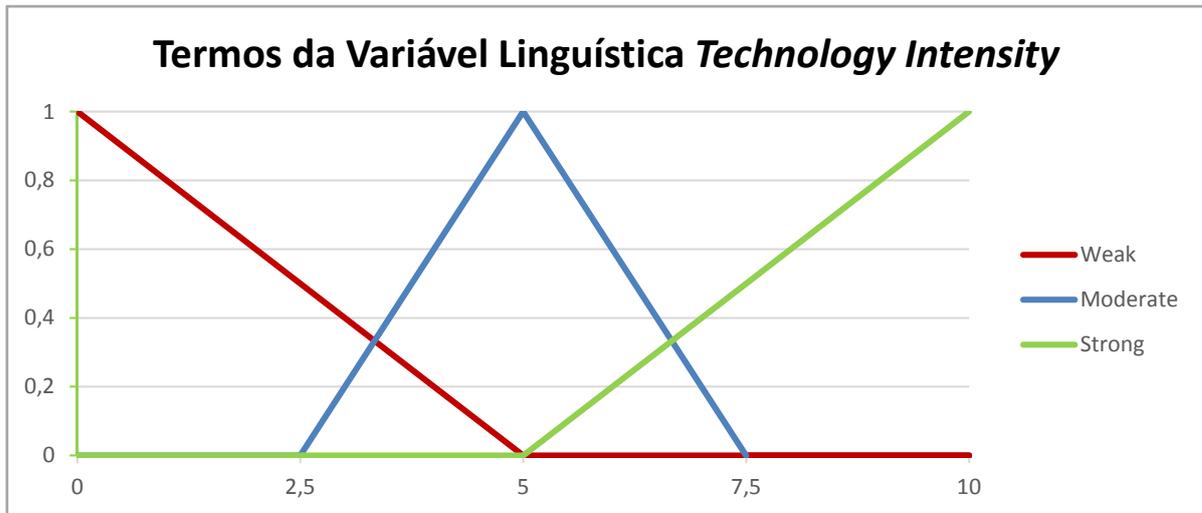
As funções de pertinência dos termos da variável **Diversity** são iguais às das funções da variável **Size**, pois ambas trabalham com universo de discurso com valores na faixa de 0% a 100%, embora os valores precisos de entrada sejam bem diferentes.

A variável **Technology Intensity** corresponde ao nível de intensidade tecnológica de um produto, isto é, quanto um produto é avançado tecnologicamente. Para tanto, foi estabelecida uma equivalência entre as categorias de produto do SITC<sup>77</sup>, no qual estão classificados os produtos da base UN-Comtrade, com a categorização de intensidade tecnológica da OCDE<sup>78</sup>, estabelecendo uma nota de zero (sem intensidade tecnológica) a dez (com intensidade tecnológica máxima) atribuída a cada setor do SITC conforme consta no Apêndice A.

Os termos para a variável linguística **Technology Intensity** são: *Weak*, *Moderate* ou *Strong*. A Figura 15 mostra as funções de pertinência para esta variável.

<sup>77</sup> Ver nota 48.

<sup>78</sup> Ver mais em <http://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>.



O valor preciso para a variável *Technology Intensity* é dado pela equação (5) a seguir:

$$\mathbf{Technology\ Intensity}(p) = 10 \times (TEAT_p / TE_p) \div (TEAT_p / TE_p)_{max} \quad (5)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando a intensidade tecnológica das suas exportações;
- $TEAT_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações dos produtos do país  $p$  cuja nota de intensidade tecnológica da Tabela 3 é maior ou igual a 8,0 (*AT – Alta Tecnologia*);
- $TE_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações (considerando todos os produtos) do país  $p$ ;

Resumindo, o valor preciso da variável *Technology Intensity* de um país corresponde à proporção de produtos de alta intensidade tecnológica (nota igual ou acima de 8,0) na pauta de exportação do país  $p$ . Decidiu-se por tal equação porque os dados apontaram que os países com maior complexidade exportam todo tipo de produto do qual são capazes, de todos os níveis de intensidade tecnológica ao invés de se especializarem em produtos de uso intensivo de conhecimento. Já os países com menor complexidade, exportam somente produtos de menor intensidade tecnológica. Uma melhor diferenciação dos países foi obtida adotando essa aproximação por meio do *share* em lugar de uma média aritmética das notas de intensidade

tecnológica. O universo de discurso desta variável varia de 0 a 10 que é a faixa de valores para as notas de intensidade tecnológica para cada setor de produtos do *SITC*.

A última variável linguística a ser apresentada trata-se da saída do sistema de inferência fuzzy, isto é, o Índice de Complexidade Industrial *ECON* (*ICI-ECON*). Foi estabelecido um universo de discurso de zero a dez, de tal forma que um país com um valor baixo de *ECON* (próximo de zero) significa que ele exporta pouca quantidade ou pouco valor de produtos e poucos tipos de produtos diferentes, além desses produtos terem baixo teor tecnológico. No outro extremo, um país com um *ECON* alto (próximo a dez) exporta grande quantidade/valor de produtos, vários tipos de produtos diferentes, sendo esses com alto valor tecnológico agregado. Os termos para a variável linguística *ECON* são: *Very Reduced*, *Reduced*, *Intermediary*, *High* ou *Very High*. Foi decidido usar mais termos fuzzy para esta variável para se obter uma maior granularidade na saída do indicador. A figura 16 mostra as funções de pertinência para esta variável.

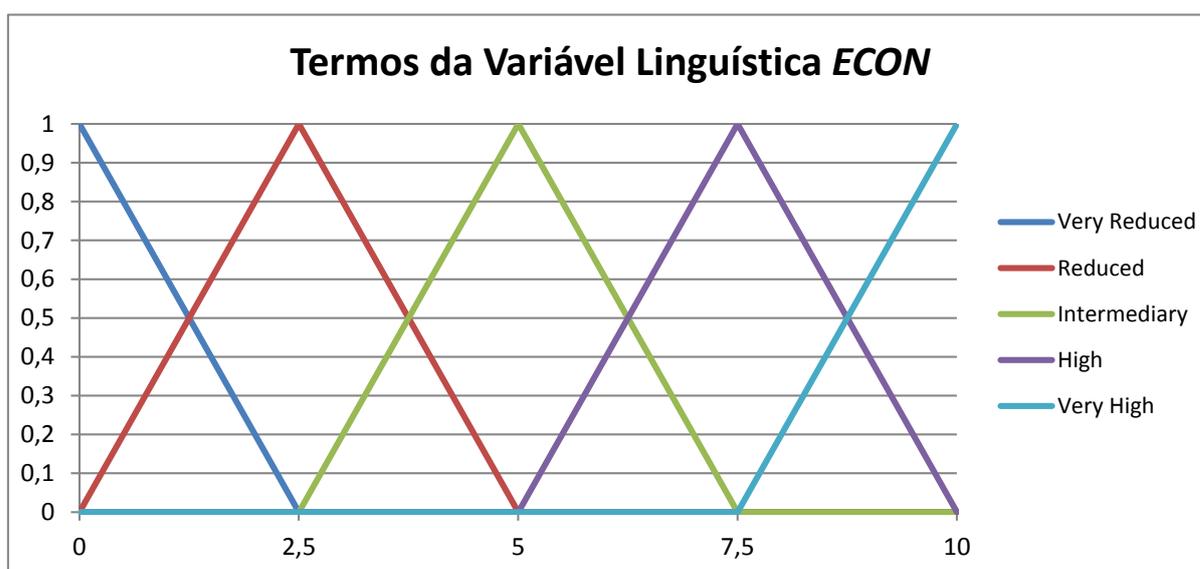


Figura 16 - Funções de pertinência da variável linguística *ICI-ECON*. Elaboração própria.

Para completar o modelo do *ICI-ECON* resta apenas apresentar as regras de inferência fuzzy as quais são exibidas no Quadro 2 que representa a tabela FAM (*Fuzzy Associative Memory*) a seguir:

Quadro 2 - Regras de inferência fuzzy do ICI-ECON. Elaboração própria.

SIZE	DIVERSITY	TECHNOLOGY INTENSITY	ICI ECON	
Low	Low	Weak	Very Reduced	
		Moderate	Reduced	
		Strong	Reduced	
	Medium	Medium	Weak	Very Reduced
			Moderate	Reduced
			Strong	Intermediary
	High	High	Weak	Reduced
			Moderate	Intermediary
			Strong	High
Medium	Low	Weak	Very Reduced	
		Moderate	Reduced	
		Strong	Intermediary	
	Medium	Medium	Weak	Intermediary
			Moderate	Intermediary
			Strong	High
	High	High	Weak	Intermediary
			Moderate	Intermediary
			Strong	High
High	Low	Weak	Intermediary	
		Moderate	Intermediary	
		Strong	High	
	Medium	Medium	Weak	Intermediary
			Moderate	High
			Strong	Very High
	High	High	Weak	High
			Moderate	Very High
			Strong	Very High

Para exemplificar, destaca-se a primeira regra na qual um país com *Size Low* (pouco volume de exportação), *Diversity Low* (pouca diversidade) e *Technology Intensity Weak* (pouca tecnologia nos produtos), teria um Índice de Complexidade Industrial *ECON Very Reduced* (bem reduzido).

O processo de *defuzzificação* retorna um valor preciso de saída do sistema. Retomando o exemplo da velocidade estimada dos carros em uma rua, a figura abaixo (17) é organizada da mesma maneira, com as variáveis de entrada do *ECON. Size*, o volume (em quantidade ou em termos monetários) das exportações na primeira coluna; *Diversity*, a variedade da pauta de exportações, na segunda coluna; e *Technology Intensity*, a proporção de produtos de intensidade

tecnológica igual ou superior a 8,0 na pauta de exportações, na terceira coluna. A última coluna representa a saída do sistema *fuzzy* – *ECON*.

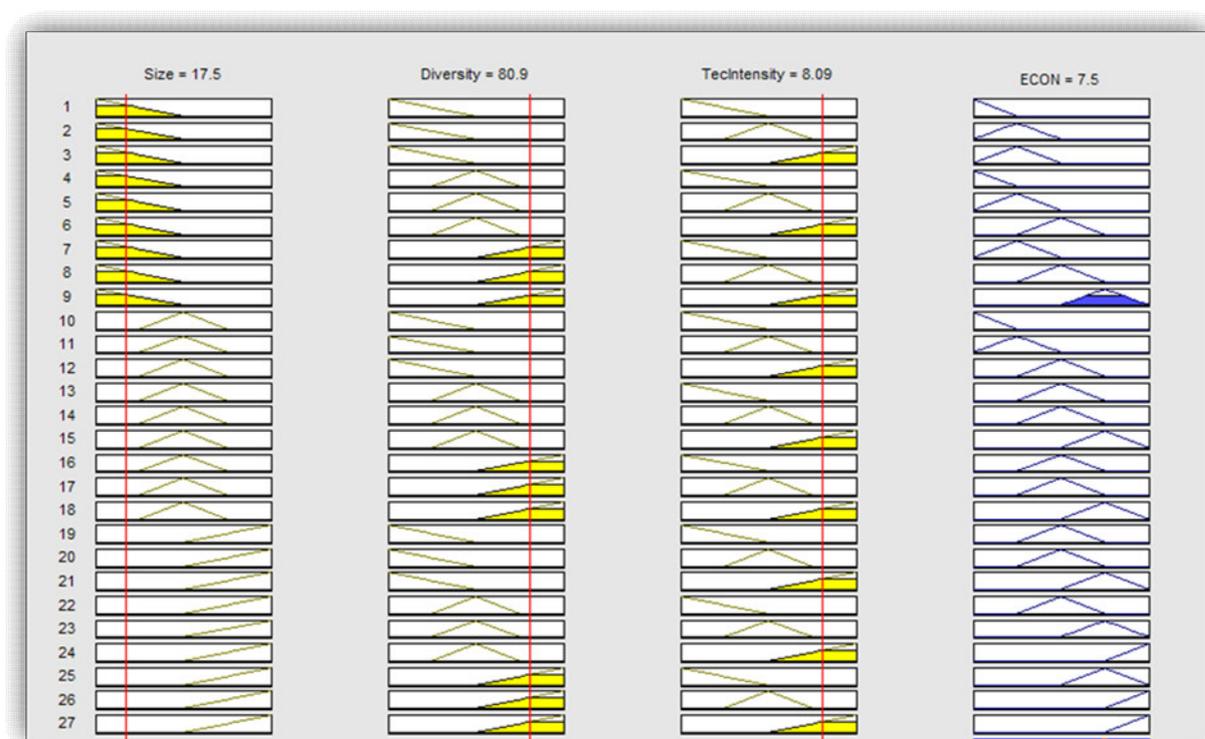


Figura 17 - Exemplo de ativação das regras 1, calculado no MATLAB. Elaboração própria.

Pode-se observar que, conforme exposto na tabela FAM, um *Size Low*, cujo grau de ativação é representado em amarelo, *Diversity High* e *Technology Intensity Strong* a saída *ECON* é *High*.

Para ilustrar como um valor pode pertencer a mais de um conjunto, segue abaixo (figura 18) um exemplo de ativação da regra em que os termos *Low* e *Medium* ou *Medium* e *High* são ativados concomitantemente, mas com diferentes graus de pertinência.

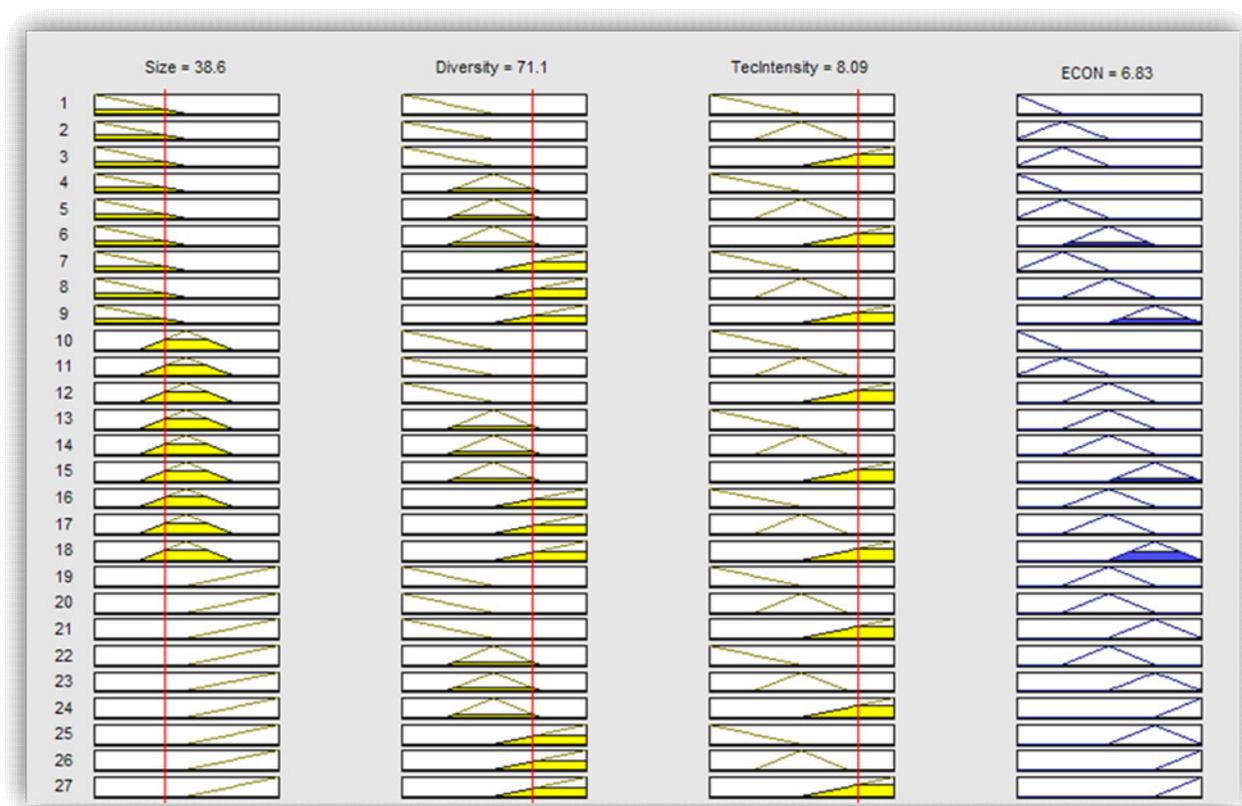


Figura 18 - Exemplo de ativação das regras 2, calculado no MATLAB. Elaboração própria.

#### 2.6.2.2 - Modelo *ICI-DEF*

Nesta seção, é apresentado o modelo do Sistema de Inferência *Fuzzy* para calcular a complexidade da indústria de defesa. A figura 19, a seguir, exibe a concepção do **DEF** que infere essa complexidade para cada país, levando-se em conta as suas exportações de sistemas de armas.

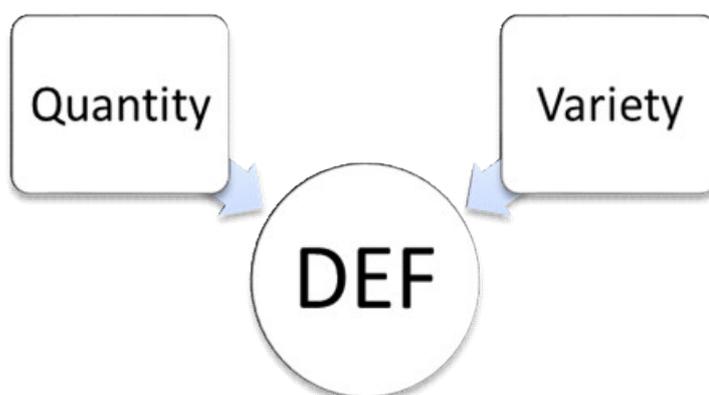


Figura 19 - Sistema de Inferência Fuzzy para o cálculo da complexidade da indústria de defesa – *ICI DEF*. Elaboração própria.

Como se pode observar, o indicador utiliza três variáveis linguísticas, sendo uma delas a saída Indicador de Complexidade Industrial da Indústria de Defesa ou *ICI-DEF* e as outras duas que compõem as entradas, a saber:

- **Quantity** → caracteriza o volume (em termos de quantidade e em termos de valor monetário) do comércio internacional de exportação de sistemas de armas realizado pelo país sob análise.
- **Variety** → caracteriza a variedade de produtos comercializados pelo país em suas exportações de sistemas de armas.

A variável **Quantity** é definida como um valor percentual de 0 a 100 e tem pertinência entre 0 a 1 para os seus termos nebulosos. Os seus termos linguísticos são: *Low*, *Medium* ou *High*. A figura 20 mostra as funções de pertinência para essa variável.

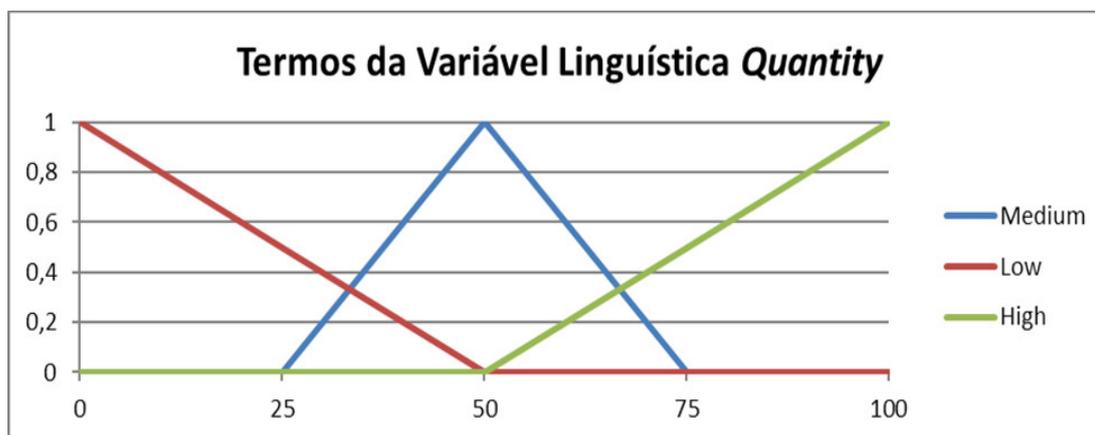


Figura 20 - Funções de pertinência da variável linguística *Quantity*. Elaboração própria.

A entrada **Quantity** possui universo de discurso de 0% a 100% e o seu valor preciso é dado pelas equações (6) e (7):

$$\mathbf{Quantity}(p) = 100 \times (\log_2(NE_p) / \log_2(NE_{max})) \quad (6)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando o tamanho das suas exportações de sistemas de armas;
- $NE_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações (considerando todos os sistemas de armas) do país  $p$ ;
- $NE_{max}$  é a soma total máxima das quantidades de todas as exportações (considerando todos os sistemas de armas), ou seja, trata-se do  $NE_p$  do país  $p$  que exporta mais.

$$\mathit{Quantity}(p) = 100 \times (\log_2(VE_p) / \log_2(VE_{max})) \quad (7)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando o tamanho das suas exportações de sistemas de armas;
- $VE_p$  é a soma total dos valores (TIV) de todas as exportações (considerando todos os sistemas de armas) do país  $p$ ;
- $VE_{max}$  é a soma total máxima dos valores de todas as exportações (considerando todos os sistemas de armas), ou seja, trata-se do  $VE_p$  do país  $p$  que exporta mais.

A variável *Variety* denota o quanto as exportações de sistemas de armas de um país são variadas, ou seja, a quantidade de produtos distintos que um país exporta. Os termos linguísticos para esta variável são: *Low*, *Medium* ou *High*. A figura 21 mostra as funções de pertinência para a variável *Variety*.

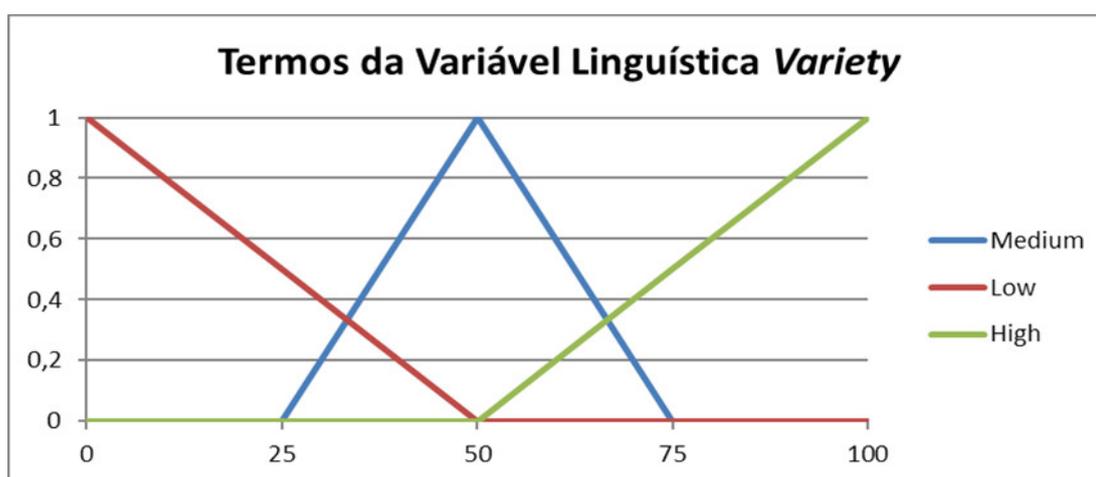


Figura 21 - Funções de pertinência da variável linguística *Variety*. Elaboração própria.

O valor preciso para a variável *Variety* é dado pela equação (8) a seguir:

$$\mathit{Variety}(p) = 100 \times (Q_p / Q_{max}) \quad (8)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando a diversidade das suas exportações de sistemas de armas;
- $Q_p$  é a quantidade de produtos distintos exportados pelo país  $p$ ;

- $Q_{max}$  é a quantidade máxima de produtos distintos exportados, ou seja, trata-se da  $Q_p$  do país  $p$  que exporta mais sistemas de armas distintos.

A última variável linguística a ser apresentada trata-se da saída do sistema de inferência *fuzzy*, isto é, a complexidade da indústria de defesa (**DEF**). Foi estipulado um universo de discurso de zero a dez, de tal forma que um país com um valor baixo de **DEF** (próximo de zero) significa que ele exporta pouca quantidade/valor (TIV) de sistemas de armas e poucos tipos de tais sistemas diferentes. No outro extremo, um país com uma **DEF** alta (próximo de dez) exporta grande quantidade/valor de sistemas de armas e de vários tipos diferentes.

Os termos para a variável linguística **ICI-DEF** são: *Very Reduced*, *Reduced*, *Intermediary*, *High* ou *Very High*. Foi decidido usar mais termos *fuzzy* para esta variável para se obter uma maior granularidade na saída do sistema de inferência. A figura 22 mostra as funções de pertinência para esta variável.

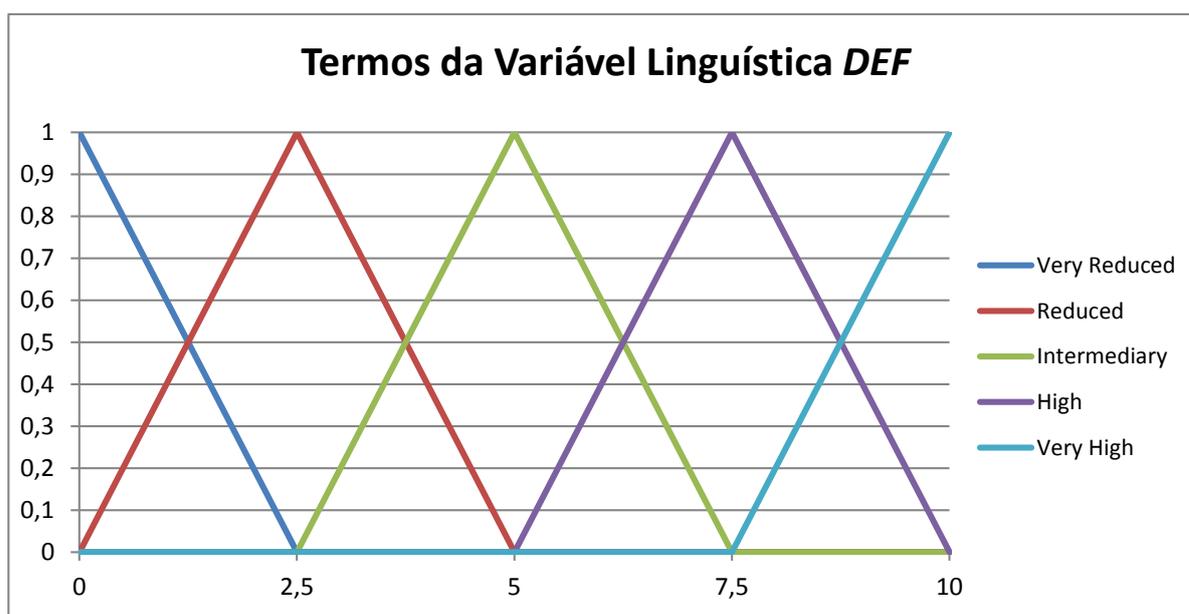


Figura 22 - Funções de pertinência da variável linguística **DEF**. Elaboração própria.

Para completar o modelo do **ICI-DEF** resta apenas apresentar as regras de inferência *fuzzy* as quais são exibidas no Quadro 3, a continuação:

Quadro 3 - Regras de inferência fuzzy de DEF. Elaboração própria.

		Quantity		
		<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
Variety	<i>Low</i>	Very Reduced	Reduced	Reduced
	<i>Medium</i>	Reduced	Intermediary	Intermediary
	<i>High</i>	Intermediary	High	Very High

### 2.6.2.3 - Modelo *ICI-HighTech*

O Sistema de Inferência Fuzzy *HighTech* almeja calcular o nível de intensidade tecnológica da economia de um país, de acordo com a proporção de produtos de alta tecnologia (segundo classificação da OCDE, ver nota n. 52) exportados pelo mesmo. A figura 23 a seguir exhibe a concepção do *ICI-HighTech* que infere essa complexidade para cada país, levando-se em conta as suas exportações de produtos de alta tecnologia e as suas patentes.

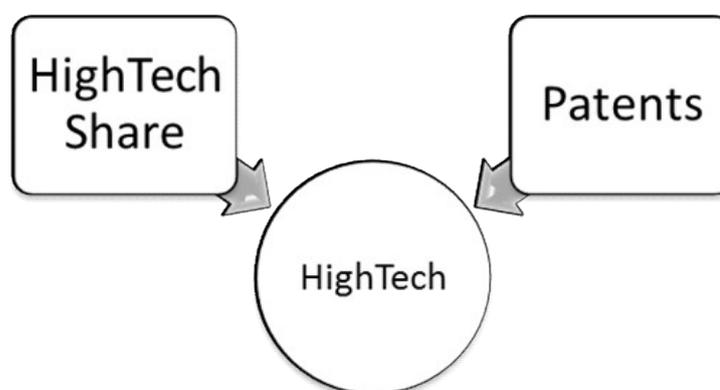


Figura 23 - Sistema de Inferência Fuzzy para o processamento da complexidade da indústria de alta tecnologia *ICI-HighTech*. Elaboração própria.

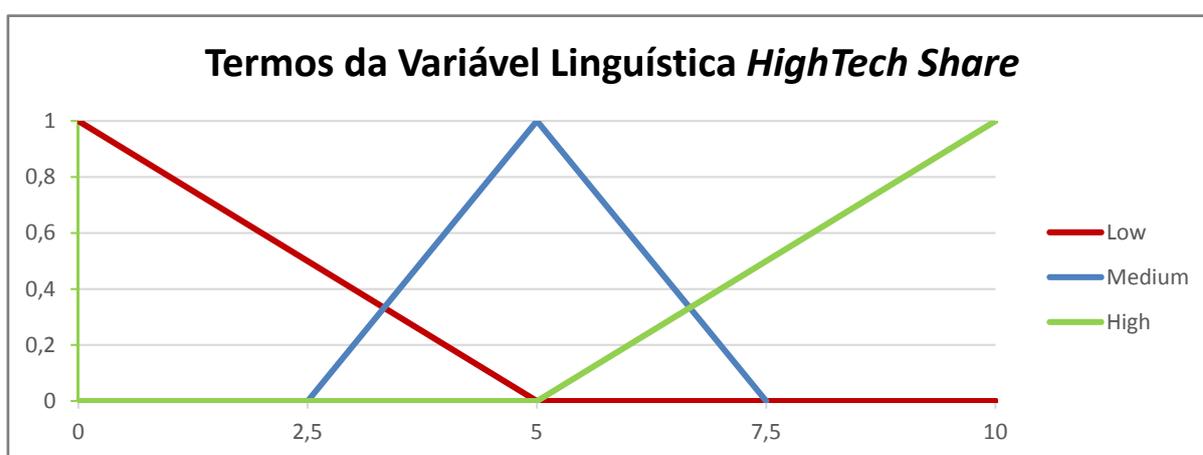
Como se pode observar, o *HighTech* utiliza três variáveis linguísticas, assim como o *DEF*, sendo uma delas a saída Indicador de Complexidade Industrial da Indústria de Alta Tecnologia - *ICI-HighTech* - e as outras duas que compõem as entradas, listadas abaixo:

- *HighTech Share* → corresponde à proporção (*share%*) de produtos de alta intensidade tecnológica (nota igual ou acima de 8,0, conforme descrito no Apêndice

A) na pauta de exportação de um determinado país para cada ano. O país com a maior proporção recebeu nota dez e os demais foram graduados proporcionalmente.

- **Patents** → percentual do número de patentes concedidas e registradas no próprio país em relação ao país que possui a maior quantidade de patentes.

A variável **HighTech Share** é definida dentro do intervalo de 0 a 10 e tem pertinência entre 0 a 1 para os seus termos nebulosos. Os seus termos linguísticos são: *Weak*, *Moderate* ou *Strong*. A figura 24 mostra as funções de pertinência para essa variável.



O valor preciso da entrada **HighTech Share** é dado pela equação (9):

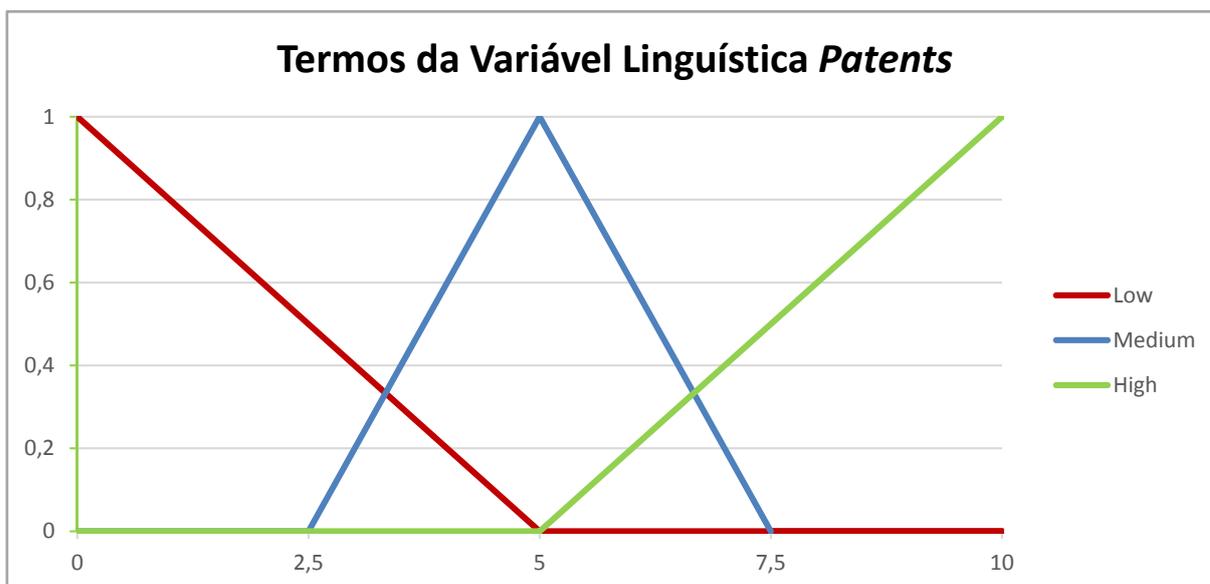
$$\mathbf{HighTech\ Share}(p) = 10 \times (TEAT_p / TE_p) \div (TEAT_p / TE_p)_{max} \quad (9)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando a intensidade tecnológica das suas exportações;
- $TEAT_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações dos produtos do país  $p$  cuja nota de intensidade tecnológica da Tabela x é maior ou igual a 8,0 (*AT – Alta Tecnologia*);
- $TE_p$  é a soma total das quantidades de todas as exportações (considerando todos os produtos) do país  $p$ ;

A variável **Patents** busca contrabalancear a variável **HighTech Share**, pois medir exclusivamente a intensidade tecnológica das exportações não se diferenciaria os produtos montados no país que, no entanto, não possui capacidade tecnológica para a manufatura desse

item. Incluindo no cálculo as patentes concedidas a residentes (evitando contar duplamente a mesma patente, concedida em escritórios de outros países), insere-se no processamento do *HighTech*, a informação sobre o *know-how*, distinguindo-se, assim, países montadores de países produtores.

A variável *Patents* é definida como um valor percentual de 0% a 100% e tem pertinência entre 0 a 1 para os seus termos nebulosos. Os seus termos linguísticos são: *Low*, *Medium* ou *High*. A figura 25 mostra as funções de pertinência para a variável *Patents*.



O valor preciso para a variável *Patents* é dado pela equação (10) a seguir:

$$Patents(p) = 100 \times (\log_2(TP_p) / \log_2(TP_{max})) \quad (10)$$

- onde  $p$  é o país para o qual se está calculando o seu total de patentes;
- $TP_p$  é o total das patentes concedidas ao país  $p$  e registradas nele próprio;
- $TP_{max}$  é o total das patentes máximo, ou seja, trata-se do  $TE_p$  do país  $p$  que possui a maior quantidade de patentes.

Na equação (10), foi decidido usar uma escala logarítmica para poder diferenciar melhor os valores dos países com poucas patentes, uma vez que os países com muitas patentes comprimem demais os valores das pequenas patentes, deixando todos bem próximos de zero.

A última variável linguística a ser apresentada trata-se da saída do sistema de inferência fuzzy, isto é, o *share* de produtos de alta intensidade tecnológica na pauta de exportação de cada país (*ICI HighTech*). Foi designado um universo de discurso de zero a dez, de tal forma que um país com um valor baixo de *HighTech* (próximo de zero) exporta poucos produtos de alta intensidade tecnológica e, igualmente, possui um número reduzido de patentes. No outro extremo, um país com uma *HighTech* alta (próximo de dez) exporta grande quantidade de produtos *hightech* e possui um número elevado de patentes.

Os termos para a variável linguística *HighTech* são: *Very Reduced*, *Reduced*, *Intermediary*, *High* ou *Very High*. Foi decidido usar mais termos fuzzy para esta variável para se obter uma maior granularidade na saída do sistema de inferência. A figura 26 mostra as funções de pertinência para esta variável.

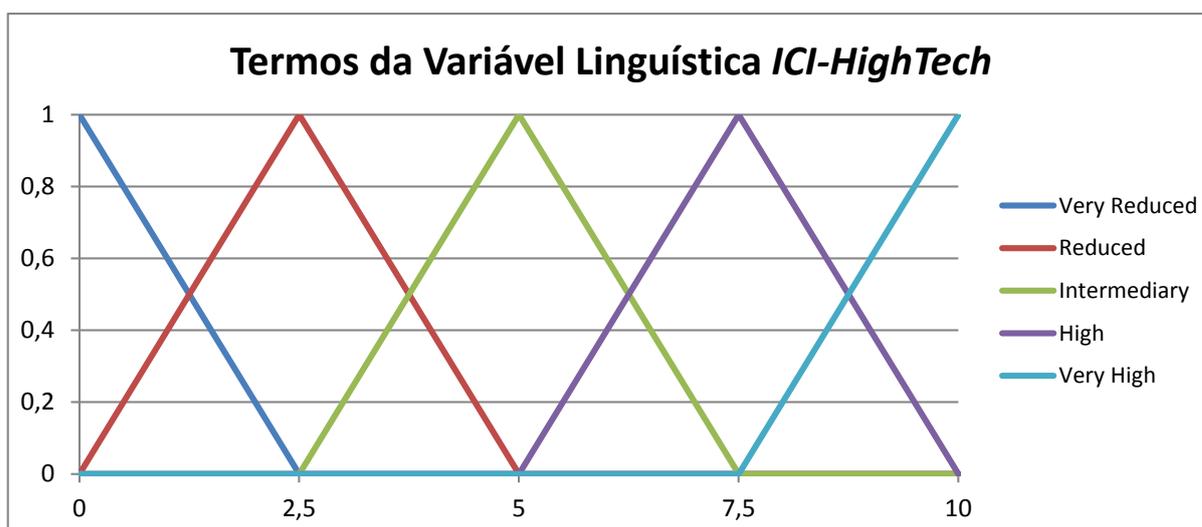


Figura 26 - Funções de pertinência da variável linguística *ICI-HighTech*. Elaboração própria.

Para completar o modelo do *HighTech* resta apenas apresentar as regras de inferência fuzzy as quais são exibidas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 - Regras de inferência fuzzy do ICI-HighTech. Elaboração própria.

		HighTech Share		
		<i>Weak</i>	<i>Moderate</i>	<i>Strong</i>
Patents	<i>Low</i>	Very Reduced	Reduced	Reduced
	<i>Medium</i>	Reduced	Intermediary	High
	<i>High</i>	Intermediary	High	Very High

O software desenvolvido para processar os dados necessários ao estudo desta tese encontra-se em processo de registro de propriedade intelectual. Tal ferramenta recebeu o nome de CITRACK (*Complexity Index Track*) e foi elaborada em conjunto com o prof. Dr. Orlando Bernardo Filho, doutor em Engenharia Elétrica (UFRJ), professor associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e especialista em lógica nebulosa.

## ▪ CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E ANÁLISE

### 3.1 - Interpretação dos resultados

Consoante o descrito na metodologia, os casos relevantes para a comprovação ou refutação da teoria são aqueles em que se apresentou clara tendência crescente da complexidade da indústria de defesa (*DEF*) ou que sua *DEF* já é elevada.

Os cálculos das complexidades são efetuados para todos os países para os quais se dispõe de dados, com e sem EUA (que, como caso extremo de elevada complexidade da indústria de defesa achata os valores para os demais), pelo cálculo baseado em valor monetário e em quantidade, totalizando 686 gráficos comparativos (quatro por país, menos para Estados Unidos). A seleção de países específicos nesse momento do cálculo enviesaria os resultados. Por exemplo, o Japão não possui grande volume de indústria de defesa, já que sua constituição (1947) proibia, até uma revisão em 2014, a utilização de força armada na resolução de disputas internacionais. Porém, como ficaria o cálculo da complexidade da indústria de alta tecnologia sem a presença dos dados do Japão?

A teoria do *spin-off* pressupõe que, se um país possui um nível de complexidade elevado em defesa, ou crescente, as demais complexidades, *ECON* e *HighTech* devem apresentar uma tendência crescente (por conta do efeito de alavancagem da tecnologia militar) ou já estar em um nível elevado.

Nos países com os maiores valores da VI, isto é, com os níveis mais elevados de complexidade da indústria de defesa, esperaria se observar quantidades elevadas do efeito previsto, a alavancagem do nível científico e tecnológico dos setores civis da economia, examinados, aqui, de forma agregada (complexidade industrial geral – *ECON*) e de forma específica com relação à indústria de alta tecnologia.

Conforme se pode observar na tabela verdade do *modus tollens*, se P implica em Q é verdadeiro e Q é verdadeiro, há duas opções para P, falso ou verdadeiro. Isto é, uma complexidade econômica elevada e uma complexidade da indústria de alta tecnologia elevada podem acontecer ou não aliadas a uma complexidade da indústria de defesa também elevada (evidente nos casos da Coreia do Sul e do Japão). Entretanto, para Q falso, somente uma linha (P falso) satisfaz a condição P implica em Q verdadeiro. Sendo assim, para *HighTech* e *ECON*

decrecentes ou baixas, não pode haver **DEF** alta ou crescente (sempre levando em consideração o *lag* temporal).

Foram realizados cálculos de totalização para os países que mantêm elevada **DEF** (superior a 6) em 80% do período analisado – 1950-2012 - para as complexidades mensuradas por meio de valor monetário, sem EUA e as mensuradas por quantidade, sem EUA. A fim de evitar o achatamento provocado pela presença do maior *outlier*, EUA, cujos valores e quantidades de exportação em defesa fariam com que quase nenhum outro país obtivesse uma **DEF** superior a 6, os cálculos o excluem para fins analíticos.

Em ambas as totalizações, os mesmos sete países apareceram como os de elevada complexidade da indústria de defesa: Alemanha, China, França, Israel, Itália, Reino Unido e URSS/Rússia (em ordem alfabética). Resultados condizentes com a análise de Bromley e Wezeman (2013) para o SIPRI, constataram que:

Um dos aspectos mais marcantes de grandes transferências de armas ao longo do tempo é a composição estável da lista dos cinco maiores fornecedores, com apenas ligeiras alterações na ordem de importância (BROMLEY e WEZEMAN, 2013, p. 4)

Após a Segunda Guerra Mundial, durante a maior parte da segunda metade do século XX, os principais países exportadores de armas foram a URSS/Rússia, os Estados Unidos, a França, o Reino Unido e a Alemanha, representando entre 75% e 85% de todas as grandes transações nos últimos 30 anos, com mais da metade das exportações procedente dos dois primeiros lugares: EUA e Rússia (BROMLEY e WEZEMAN, 2013). A partir de 2008, não obstante, China desloca o Reino Unido na quinta posição (BROMLEY e WEZEMAN, 2013). O Brasil não atende aos critérios de seleção dos casos, mas uma análise histórica detalhada da BID brasileira encontra-se em Lucena Silva (2015).

O pico do volume de exportação de armas é alcançado em 1982, mas o fim da Guerra Fria, poucos anos depois, supôs um declínio mundial na transferência de armas, com o menor volume em 2002, quando o montante exportado corresponde somente a 38% do máximo atingido durante o conflito (BROMLEY *et.al.*, 2009). Todavia, os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001, nos EUA, introduzem uma nova dinâmica internacional e revigoram o negócio de armamentos que passa a apresentar tendência crescente, embora distante dos valores do período de enfrentamento (SIPRI Yearbook 2014).

Crises financeiras, recessões econômicas e alterações na base tecnológica mundial afetam as complexidades **ECON** e **HighTech**, não obstante, caso se mantenha o nível de **DEF**, é de se esperar que os efeitos multiplicadores da indústria de defesa voltem a elevar as demais

complexidades. É importante ressaltar a recessão que vem dominando o mercado mundial desde o começo do século XXI, com uma série de crises que podem impactar negativamente nas exportações, tais como a bolha da internet<sup>79</sup> (ano 2000), crise do *subprime*<sup>80</sup> (2007) e, especialmente, a crise da dívida pública da Zona Euro<sup>81</sup> (ainda em curso e resultante da recessão global provocada pelo estouro da bolha imobiliária dos títulos *subprime*). Porém, a posição relativa de cada país no mercado internacional não flutua com alterações dos valores absolutos, mas sim com mudanças no desempenho dos demais países. Por exemplo, se um país A é o principal exportador de disco-rígido de computador no início dos anos 2000, mas outros países desenvolvem essa tecnologia e passam a competir pelo mercado, sua posição relativa em 2010 pode haver mudado completamente, embora, levando em consideração o aumento da demanda por computadores na última década, leve a que, em termos absolutos, sua produção não tenha diminuído.

Outra vantagem é a possibilidade de comparar períodos históricos diferentes. Como se trata de um modelo de crescimento, isto é, o que o mundo produzia em 1950 é muito inferior ao que produziu em 2010, não seria correto comparar os valores absolutos de diferentes décadas. Definindo o país com maior valor em cada ano como o 100% e os demais países em relação a este contorna esse problema.

A suposta correlação entre *DEF*, *ECON* e *HighTech* implica que os três indicadores devem caminhar na mesma direção. Considerando que a apropriação civil de inovações militares pode não ser imediata, *ECON* e *HighTech*, após um intervalo (*lag*) temporal, deveriam acompanhar as tendências de *DEF*. Assim, um período de crescimento na complexidade da indústria de defesa deveria ser seguido, imediatamente ou com algum

---

<sup>79</sup> Bolha especulativa surgida na segunda metade dos anos 90, caracterizada por uma forte alta das ações das novas empresas de tecnologia da informação e comunicação baseadas na Internet, também conhecidas por “empresas ponto com” (*dot com* em inglês) pelo domínio “.com” em seu endereço eletrônico. O clímax registrou-se em 10 de março de 2000, quando o índice Nasdaq chegou a 5.132,52 pontos, despencando pouco tempo depois. Nos meses seguintes, a bolha se esvaziou rapidamente e, em 2001, muitas empresas “ponto com” já estavam em processo de venda, fusão, redução ou simplesmente declararam falência e cessaram suas atividades BOLHA DA INTERNET. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bolha\\_da\\_Internet&oldid=42460560](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bolha_da_Internet&oldid=42460560)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

<sup>80</sup> “Crise financeira desencadeada a partir da quebra de instituições de crédito dos Estados Unidos, que concediam empréstimos hipotecários de alto risco (em inglês, *subprime loan* ou *subprime mortgage*), arrastando vários bancos para uma situação de insolvência e repercutindo fortemente sobre as bolsas de valores de todo o mundo”. CRISE DO SUBPRIME. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise\\_do\\_subprime&oldid=42566591](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise_do_subprime&oldid=42566591)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

<sup>81</sup> “A crise da dívida pública europeia, muitas vezes referida como crise da Zona Euro, é uma crise financeira em curso que, para alguns países da Zona do Euro, tornou difícil ou mesmo impossível, o pagamento ou o refinanciamento da sua dívida pública sem a ajuda de terceiros.” CRISE DA DÍVIDA PÚBLICA DA ZONA EURO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise\\_da\\_d%C3%ADvida\\_p%C3%ABblica\\_da\\_Zona\\_Euro&oldid=42736821](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise_da_d%C3%ADvida_p%C3%ABblica_da_Zona_Euro&oldid=42736821)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

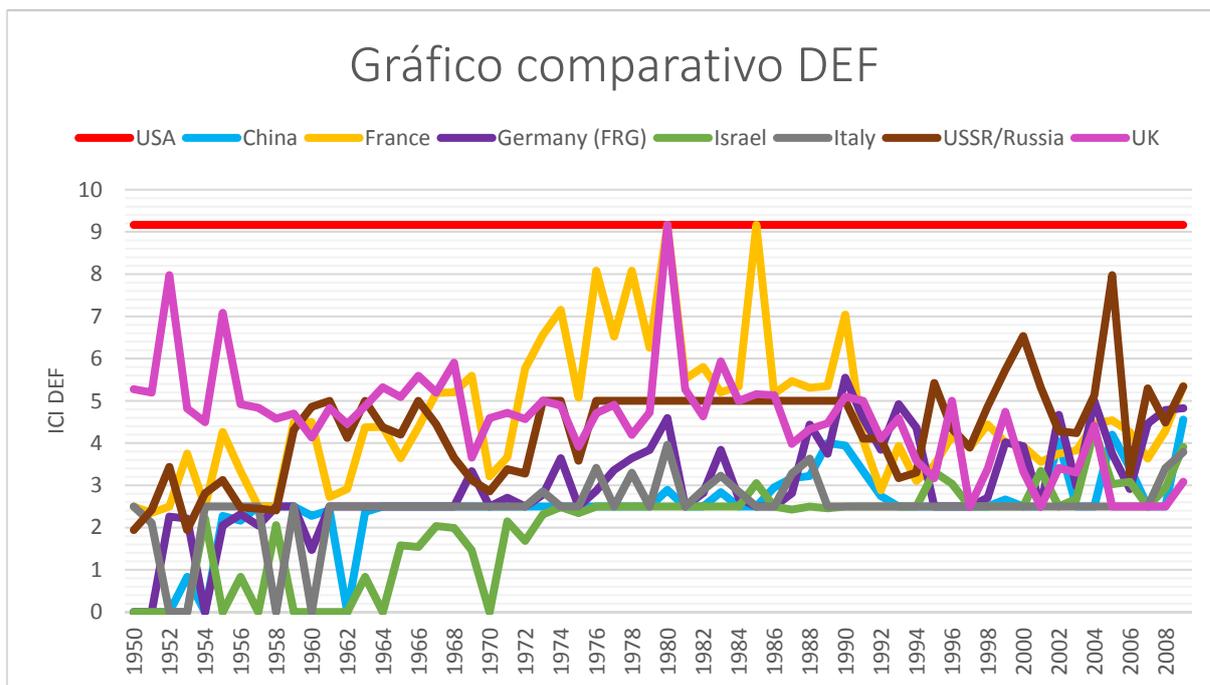
intervalo temporal (+5, +10, +20, +25, etc.) de crescimento na complexidade industrial total *ECON* e na complexidade da indústria de alta tecnologia.

Pelo desenho de pesquisa, a seleção dos casos relevantes atende a um único critério objetivo: ter valores extremos da VI. Os oito países que apresentam essa característica, possuem variado tamanho territorial, população, história econômica, história política, regime político, relações civil-militares, participação em conflitos, tamanho relativo da indústria de defesa, infraestrutura jurídica-institucional e percepção política da importância da BID diferentes. Em outras palavras, possuem variáveis condicionantes diversas. Na presença de contingentes específicos que impedissem o efeito esperado na VD, se existe a relação de causa e efeito prevista na teoria, pelo menos em um desses países deve ser observável tal efeito.

### 3.2 – Análise e discussão dos resultados

Historicamente, o P&D militar dominou gastos governamentais em P&D para os principais países produtores de armas (ERGAS, 1987; GOMETI e REPPY, 1988; BALL, 1988, *apud* REPPY, 2000, p. 4), com políticas nacionais baseadas no investimento em tecnologias de defesa, em contraposição ao Japão, que promoveu uma forte base civil de tecnologia que gerou *spin-ons* para a tecnologia militar. (REPPY, 2000). Esses países (EUA, Grã-Bretanha, França, Alemanha, Rússia e Itália) possuem as maiores e mais avançadas indústrias de defesa do ponto de vista tecnológico. Respondem por, aproximadamente, 85% da produção de armas mundial e dominam, singular ou coletivamente, o processo de P&D militar global. (BITZINGER, 2009, p. 2 e 3). Sem embargo, não se observa uma correlação entre a complexidade da indústria de defesa e as demais complexidades.

No gráfico comparativo dos valores de *DEF* para os países analisados (**Error! Reference source not found.**), observa-se como o Reino Unido, a França e a Rússia são os países que chegam mais próximos aos EUA.



**Figura 27 - Gráfico comparativo do indicador ICI DEF para os países analisados. Elaboração própria.**

Como o indicador é centrado na exportação de sistemas de armas, é possível notar uma maior exportação durante o período da Guerra Fria, especialmente para Grã-Bretanha e França, com uma redução ao seu término, mas retomada a partir dos atentados de 2001. A partir de 1970, todos esses países atingem um novo patamar de complexidade de defesa, não reduzindo mais.

Igualmente, foram elaborados gráficos comparativos para os indicadores *ECON* e *HighTech* (Figura 28 e Figura 29 a continuação).

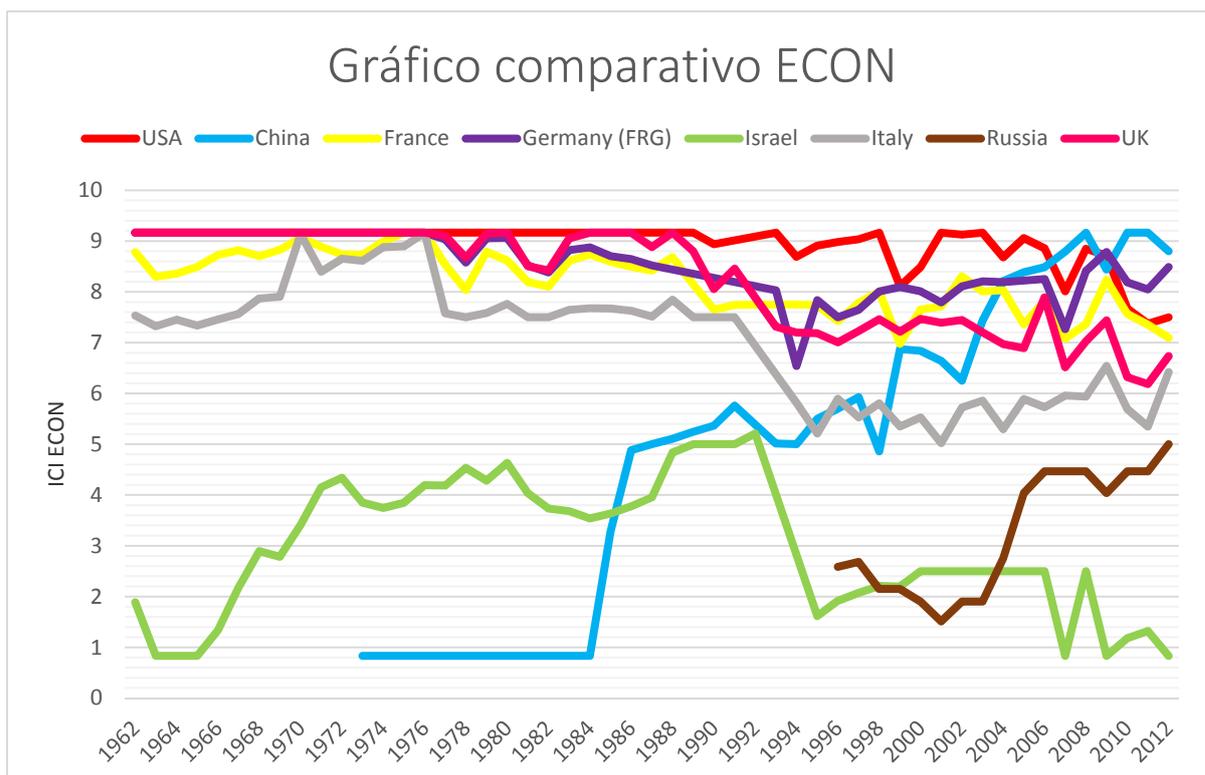


Figura 28 - Gráfico comparativo do indicador *ICI ECON* para os países analisados. Elaboração própria.

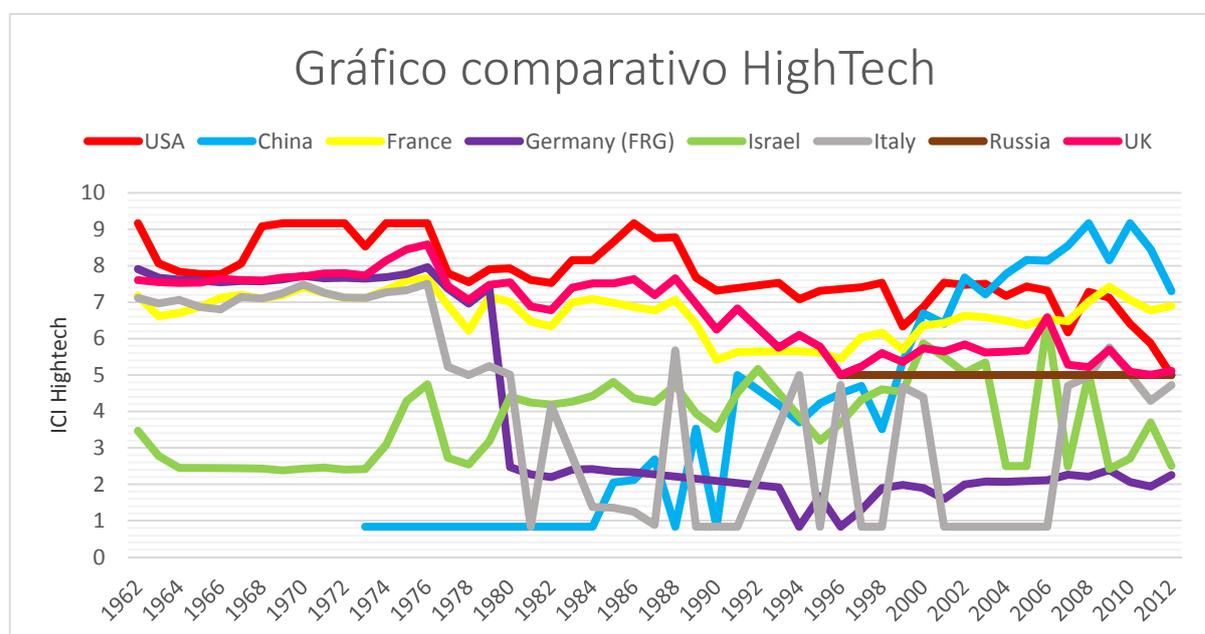


Figura 29 - Gráfico comparativo do indicador *ICI HighTech* para os países analisados. Elaboração própria.

Nas próximas seções, segue-se uma análise mais detalhada de cada país.

### 3.2.1 - Estados Unidos

Estados Unidos são o país que tem a maior complexidade da indústria de defesa em todos os anos, condizendo com sua posição no primeiro *tier*, como observado nas Figura 30 e Figura 31 o que faz com que a série temporal do *ICI DEF* pareça ter valores constantes (ele é o 100% para todos os anos analisados).

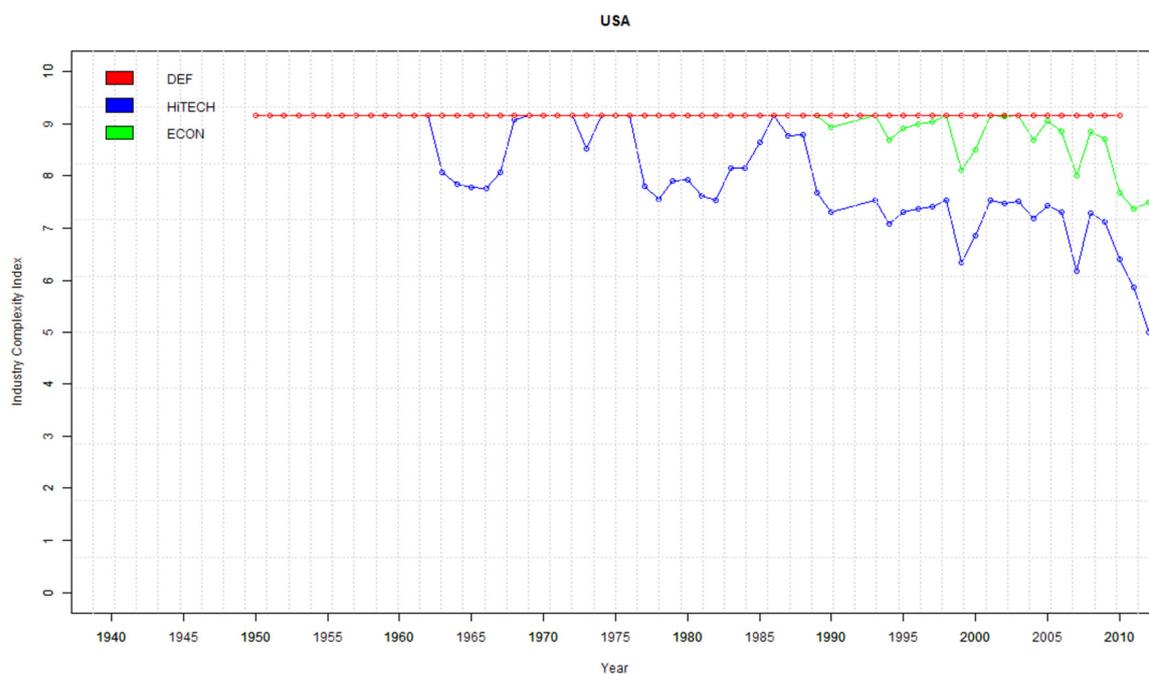


Figura 30 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para EUA. Elaboração própria.

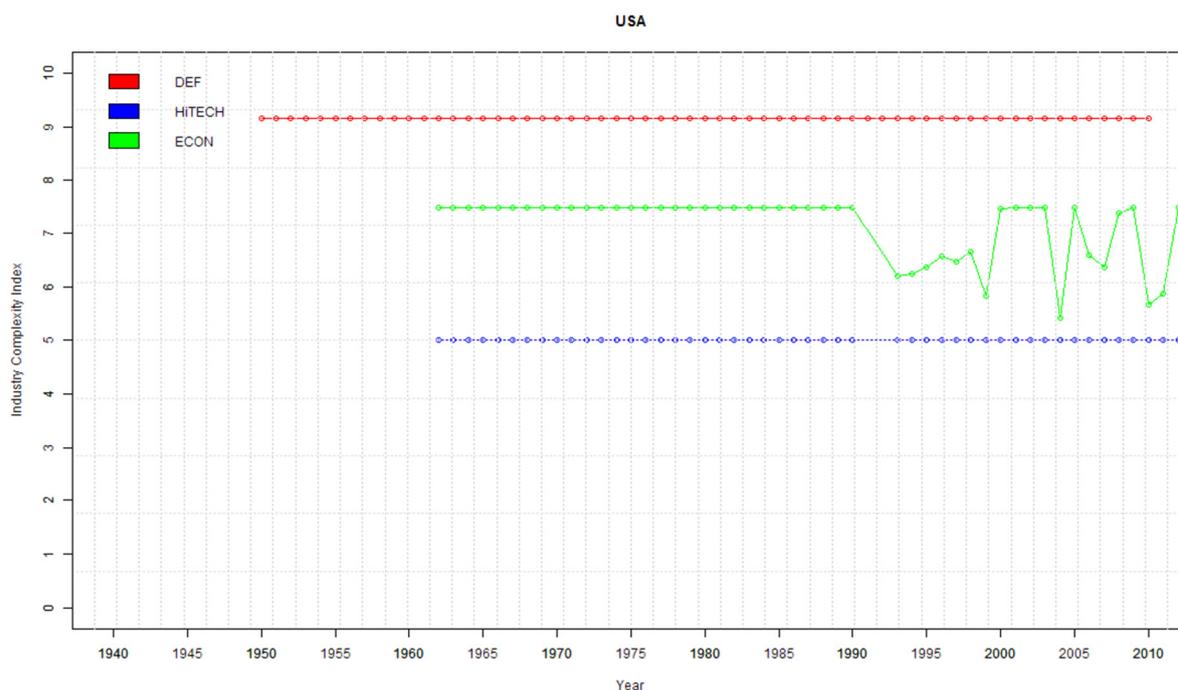


Figura 31 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para EUA. Elaboração própria.

No entanto, como as entradas do indicador (volume e diversidade de exportações) são crescentes, (Figura 32 e Figura 33), indicando que a complexidade de sua BID também é crescente.

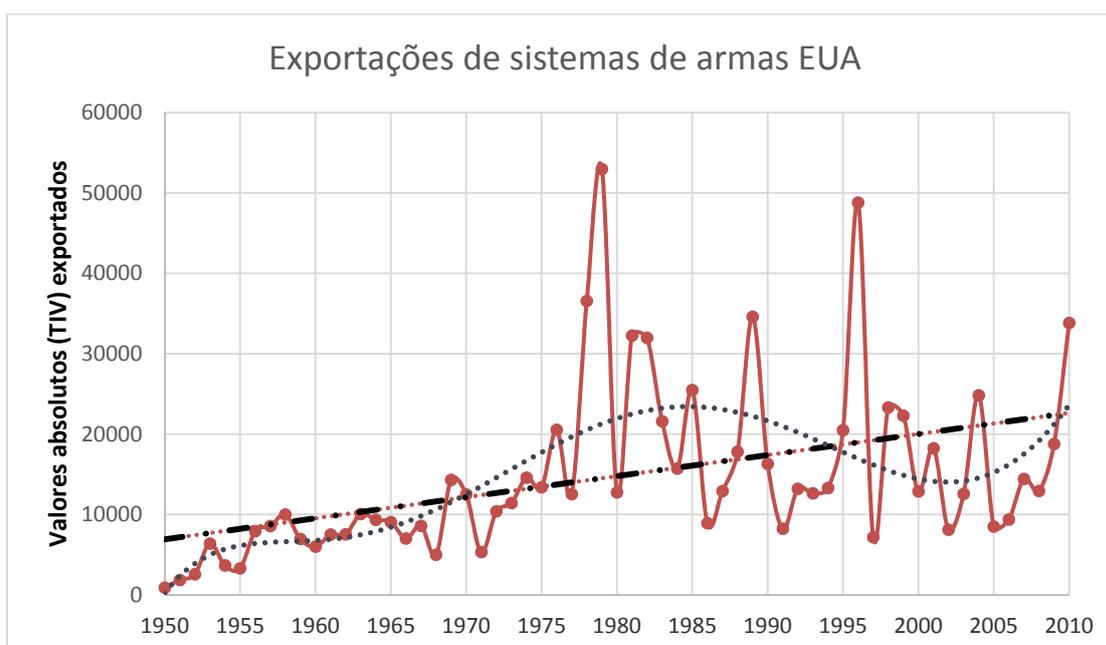


Figura 32 - Exportações dos EUA de Sistemas de Armas. Elaboração própria com base em dados da "Arms Transfer Database" (SIPRI, 1950-2012)

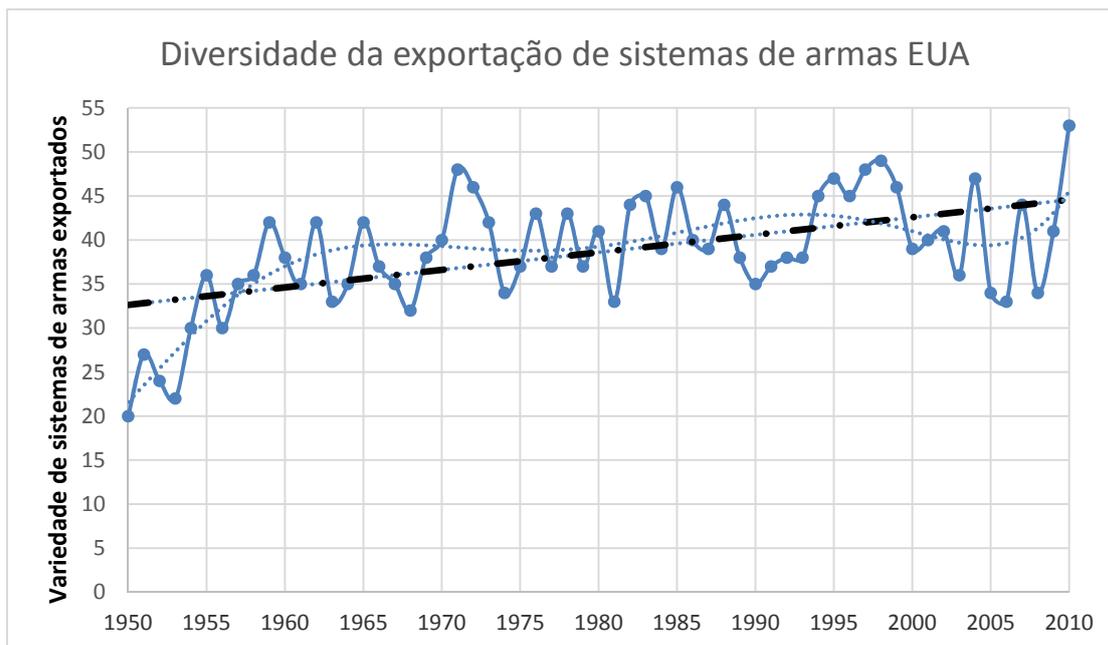


Figura 33 - Variedade das Exportações dos EUA de Sistemas de Armas. Elaboração própria com base em dados da Arms Transfer Database” (SIPRI, 1950-2012).

Ademais, uma vez que todas as complexidades são relativas, a posição relativa entre os países se mantém. Pela teoria do *spin-off*, se os EUA ano após ano possuem o maior nível de complexidade da indústria de defesa, que é crescente, deveriam ter um nível de complexidade da indústria de alta tecnologia e da economia como um todo também ascendentes, por conta do efeito de transbordamento tecnológico e das externalidades positivas para o crescimento econômico.

O que se observa, entretanto, é uma tendência decrescente, especialmente a partir de 1990, do ECON e do HighTech, no cálculo por valor monetário (Figura 30), em contraste com o movimento ascendente da China (Figura 54, Figura 55, Figura 56 e Figura 57). No cálculo por quantidade (Figura 31), os índices de complexidade *DEF* e *HighTech* não apresentam variação, limitando a análise.

Fonseca (2000) considera que seu modelo<sup>82</sup> do processo de *spin-off* se aplica mais corretamente ao caso dos EUA, que possuem instrumentos institucionais a fim de garantir a transferência de tecnologia da área militar para a civil<sup>83</sup>.

Estudos empíricos sobre o impacto das aquisições no desempenho das empresas americanas apresentam resultados contrastantes. Lichtenberg (1988) usou dados longitudinais

<sup>82</sup> Ver página 42.

<sup>83</sup> Research, Development and Acquisition – Military-Civilian Technology Transfer, Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 25 July 91.

de 169 empresas industriais norte-americanas para o período de 1979 a 1984. Nesse período, houve um grande acúmulo de investimento em defesa nos EUA, com contratos governamentais dobrando em valor, enquanto que as vendas totais das empresas envolvidas cresceram somente 35%. Em posterior trabalho sobre a eficiência de contratos de defesa, Lichtenberg (1995) conclui que P&D financiado pelo governo (geralmente relacionado à defesa), tem uma taxa de retorno social insignificante (e menor do que o P&D de financiamento privado), divergindo dos efeitos de transbordamento que se presume característicos da P&D militar.

Sobre o papel do investimento militar em P&D do país, Mowery (2010) ressalta como a reestruturação do sistema nacional de inovação<sup>84</sup> entre 1930 e 1950 aumentou a escala e a importância da pesquisa universitária, por meio de grande orçamento federal para pesquisa básica e aplicada em ciências e engenharias. Dependendo do período examinado, a participação do P&D militar sobre o P&D público geral alcança valores entre 50% e 80% (NELSON, 1993). Investimentos em P&D de origem militar respondem por uma parte significativa do P&D governamental em áreas como Ciências da Computação (35% no ano fiscal de 2001). Em certas áreas, entretanto, como em máquinas-ferramenta, demandas militares de aplicação de novas tecnologias surtiram efeitos prejudiciais no lucro de fornecedores norte-americanos e no desenvolvimento civil dessa indústria.

Cabe destacar que o investimento militar, nesse país, não se limita a tecnologias de imediata relevância para defesa, incluindo pesquisa básica e aplicada de utilidade mais ampla, sem desconsiderar a participação de outras agências governamentais não militares como a NASA, o Departamento de Energia e a Agência dos Institutos Nacionais de Saúde (National Institutes of Health):

É um procedimento padrão criar e dar suporte a grandes equipes de pesquisadores de diferentes disciplinas que, em contratos de 4 a 6 anos, colaboram e compartilham os avanços entre as equipes. Muitos dos pesquisadores e grande parte das empresas e indústrias apoiadas não estavam desenvolvendo inovação especificamente para a Defesa, mas suas pesquisas acabam sendo aproveitadas, pois visualiza-se nelas utilidade militar e também potencial comercial. (BRUSTOLIN, 2014, p. 100).

Esse pesado investimento governamental financiou o rápido movimento na curva de aprendizado de novas tecnologias (ALIC *et. al.*, 1992).

As decisões sobre quais tipos de inovação são de interesse para a defesa recaem sobre especialistas (militares ou não) e as decisões de cunho político sobre tecnologias de defesa

---

<sup>84</sup> Sistema de inovação pode ser definido como a “rede de instituições, dos setores público e privado, cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias” (FREEMAN, 1987, p. 1) ou como o “total das instituições e práticas que interagem para produzir e difundir novas tecnologias” (REPPY, 2000, p. V *preface*).

nacional são tomadas pelo governo (formado por civis e militares). Os editais estão abertos tanto para universidades quanto para indústrias e empresas de qualquer âmbito, que competem por verbas de pesquisa ou contratos de aquisição (BRUSTOLIN, 2014, p. 26). Isto é, o dinheiro pode ter origem militar, mas não é atribuído somente a P&D militar e sim a qualquer tipo.

Essa prática pôde ainda servir a outros propósitos em períodos durante os quais o ambiente político foi hostil à subvenção estatal na economia, assinala Reppy (2000, p. 10), citando como exemplo os governos do presidente Ronald Reagan (1981-1989) e do presidente George H. W. Bush (1989-1993), nos quais iniciativas de política industrial foram “rotineiramente desacreditadas como fadadas ao fracasso e como ideologicamente incorretas”. Tal julgamento não se estendia a gastos governamentais sob a rubrica de segurança nacional, pelo que diversas medidas e programas do governo claramente orientados a reforçar a indústria civil entraram no orçamento do Department of Defense ou DoD (REPPY, 2000).

Verificam-se, também, soluções comerciais *of the shelf*, o que caracterizaria *spin-in*. O fundo do DoD para pesquisa básica apoiou o trabalho de 69 ganhadores do Prêmio Nobel. Aproximadamente 70% da pesquisa básica financiada pelo DoD é executada em universidades.

O massivo volume de compras públicas de defesa acrescenta o complicador da diferenciação entre os efeitos do investimento em P&D militar e os efeitos da elevada demanda, podendo enviesar a percepção acerca da eficiência comercial do setor (NELSON, 1993).

Não obstante, proeminência em pesquisa científica não se traduz completamente em proeminência em desenvolvimento de tecnologia, alerta Ruttan (2006).

Gansler (1995) descreve a indústria de defesa estadunidense como um setor cada vez mais reduzido, altamente subsidiado, ineficiente, não competitivo e tecnologicamente obsoleto. Kaldor (1981) atribui aos subsídios governamentais para essa indústria o declínio econômico da União Soviética e dos EUA nos anos 80, em comparação com países que investiram em outras áreas, não-militares, como o Japão. Inclusive, pesquisa de Bernstein e Mohnen (1998) constata que empresas japonesas souberam aproveitar e explorar melhor transbordamentos tecnológicos originados nos EUA do que as próprias firmas norte-americanas.

Em 1992, Alic e outros tocam no mesmo ponto de desequilíbrio de mercado em prol da indústria de defesa estadunidense:

As empresas americanas, acostumadas a deixar o DoD<sup>85</sup> arcar com a maior parte das despesas estão tendo uma lenta reação aos agressivos investimentos em tecnologia por firmas japonesas. [...] O custo para os americanos de carregar uma imagem

---

<sup>85</sup> Department of Defense.

equivocada de como funciona o sistema tecnológico será pago em termos de mercados perdidos, armamentos superfaturados e desperdício de recursos<sup>86</sup> (ALIC *et. al.*, 1992).

O contexto dessas críticas coincide com o fim da Guerra-Fria. De acordo com Markusen (2000, p. 26), a percepção na época era de que o término das hostilidades implicava que as despesas com defesa poderiam ser consideravelmente reduzidas e que os recursos atrelados a ela – mão-de-obra, plantas industriais, instalações militares – estariam liberados para alocação em outras atividades. Os gastos militares mundiais caíram mais de 30% em termos reais entre 1989 e 1996 (BICC Conversion Survey 1998, Appendix A1 *apud* MARKUSEN, 2000, p. 27).

Nos EUA, a distribuição dos cortes orçamentários mobilizou diversos grupos de pressão buscando salvaguardar seus interesses. A autora relata como havia no Pentágono por um lado os que defendiam proteger dos cortes o financiamento de pesquisa e desenvolvimento de novos sistemas de armas reduzindo gastos operacionais e contratos de produção. Porém, outros militares consideravam que reduções no orçamento para efetivo e para operações poderiam comprometer a capacidade de mobilização das forças armadas norte-americanas. Por outro lado, a indústria de defesa pressionava por mais contratos de aquisição (especialmente para sistemas de armas já existentes), pelo fechamento de bases militares e privatização de algumas de suas funções. Ambientalistas, pacifistas e outros eleitorados exigiam redução nos gastos militares como um todo, citando estudos que sugeriam que o país poderia manter uma defesa crível com apenas uma fração dos gastos correntes (FORSBERG, 1992; BISCHAK, 1999 *apud* MARKUSEN, 2000).

Três diferentes medidas foram testadas nos anos 90: uma estratégia de incentivo ao desenvolvimento de tecnologia de uso dual (com aplicações no âmbito civil e no âmbito militar) para diminuir as barreiras entre os setores civil e militar; promoção de uma política de fusões e aquisições para redimensionar a indústria de defesa; e uma política de liberalização da exportação de armas (MARKUSEN, 2000, p. 28).

Os incentivos à exportação, inclusive com a eliminação de taxas sobre a venda de armamentos (previamente adotadas como forma de recuperar parte dos custos de desenvolvimento subsidiados pelo governo), visavam atender às demandas das empresas da ID, que alegavam precisar das vendas internacionais para compensar a diminuição das vendas no

---

<sup>86</sup> “The cost to Americans for carrying around the wrong image of how the technological system works will be paid in terms of lost markets, overpriced weapon, and wasted resources” (ALIC *et. al.*, 1992).

mercado interno (MARKUSEN, 2000, p. 33). Entre 1989 e 1996, o *share* dos Estados Unidos no mercado mundial de armas aumentou quase 50% (MARKUSEN, 2000, p. 33).

Quanto a estratégia de uso dual, já desde a metade dos anos 80 o governo norte-americano buscou adotar tecnologias duais, também com o objetivo de combater o problema de custos cada vez mais elevados no desenvolvimento de sistemas de armas. Na opinião de Ruttan (2006), contudo, não foram destinados recursos suficientes para esse propósito. Em 1994, o congresso reduziu drasticamente o orçamento do Programa de Tecnologia Avançada do Escritório Nacional de Padrões e Tecnologia (“*National Bureau of Standards and Technology’s Advanced Technology Program*”). Continuou-se a prática de vincular programas tecnológicos ao orçamento do DoD e os programas de tecnologia dual enfatizaram mais a aplicação militar de tecnologias civis do que o contrário (STOWSKY, 1999). De acordo com Reppy (2000, p. 10), programas de transferência de tecnologias do âmbito da defesa para a economia civil tiveram sucesso limitado.

Mudanças na política do DoD provocaram uma onda de fusões que reduziu o número de grandes empresas da área (aquelas com vendas superiores a um bilhão de dólares) de 15, em 1993, para 4 em 1996. No mesmo período, ocorreu uma diminuição na participação dos setores industriais no rendimento total da economia norte-americana. Isto é, a indústria como um todo reduziu sua participação na economia dos EUA e a indústria bélica diminuiu sua participação na indústria geral. Essa tendência se reverteu com os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001, que reintroduziram acentuadas preocupações com defesa e segurança na agenda política.

A reestruturação do setor foi marcada, igualmente, por uma maior separação entre o setor civil e o militar. Companhias diversificadas como Hughes, Raytheon, Rockwell, Texas Instruments e TRW foram pressionadas para dissociar suas operações civis das operações militares ou a se fundir, permanecendo somente a TRW com esse perfil em 1997 (MARKUSEN, 2000, p. 30). Em 2002, a TRW foi incorporada pela Northrop Grumman, que vendeu sua divisão automotiva para o Blackstone Group. Muitas empresas de armamento que tinham começado a utilizar as reservas acumuladas e tecnologias desenvolvidas para defesa para se inserir no mercado civil tiveram de desviar lucros para cobrir os preços das aquisições e quitar dívidas relacionadas às fusões (MARKUSEN, 2000, p. 30).

Dentre os maiores fornecedores de defesa norte-americanos (Lockheed Martin, Raytheon/Hughes, Boeing e Northrop-Grumman), com exceção da Boeing, os demais decidiram se concentrar no mercado de armamentos, vendendo ou desanexando muitas das suas subsidiárias civis no caminho e tornando-se mais dependentes do setor de defesa (REPPY, 2000, p. 6).

Todavia, Ruttan (2006) levanta fortes críticas sobre o desempenho na apropriação civil de esforços de P&D. As iniciativas norte-americanas para dar suporte à criação e difusão de tecnologias comerciais, salvo nas áreas de agricultura e saúde, falharam em obter viabilidade econômica e política. Casos de sucesso, como o consórcio SEMATECH<sup>87</sup> na área de semicondutores não foram replicados em outros setores (RUTTAN, 2006). Na opinião do autor, os EUA ainda não desenharam um conjunto coerente de arranjos institucionais para o suporte governamental no desenvolvimento de tecnologias comerciais. Não obstante, *spin-off* não é o único caminho e P&D civil financiada pelo governo é uma opção relevante para o desenvolvimento de novas tecnologias genéricas, destaca Ruttan (2006), assinalando dois casos de sucesso, biotecnologia e genética, cujas pesquisas se desenvolveram por décadas em laboratórios governamentais, universitários e fundações privadas, até dar lugar a produtos comerciais de uso farmacêutico e agrícola (o interesse militar ocorreu após as fases de desenvolvimento iniciais).

Outro ponto passível de crítica na avaliação positiva do modelo norte-americano é o viés inerente desse tipo de análise, que captura somente os sucessos, como internet, micro-ondas, liga de titânio e GPS, mas pouco se sabe sobre os fracassos, ignorando o efeito sistêmico. “O foco em estudos de caso [...] pode induzir a acadêmicos a sobrevalorizar as consequências positivas e subvalorizar os efeitos negativos de programas de P&D militar” (MOWERY, 2010, p. 1244).

Embora pareça óbvio, é importante ressaltar que o *spin-off* implica, necessariamente, a apropriação pelos setores civis. Não se discute o papel preponderante dos Estados Unidos como maior potência militar, os resultados refletem sua posição de destaque. A questão é o repasse do desenvolvimento científico e tecnológico da defesa para os setores civis.

Os EUA são o principal produtor mundial de uma variedade de sistemas de defesa; claro líder mundial em sistemas chave de integração de habilidades e tecnologias especializadas; responde pelo maior volume de exportações mundiais de equipamento militar; possui o maior mercado interno mundial de produtos bélicos; seu orçamento de aquisição de armas excede o total combinado de todos os seus aliados europeus da OTAN (FLAMM, 2000, p. 48). A indústria de defesa norte-americana é caracterizada, também, por um entorno político favorecedor em que os interesses dos militares, dos fornecedores de armamento e do congresso

---

<sup>87</sup> SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology) é um consórcio sem fins lucrativos que surgiu com o objetivo de reduzir os elevados custos de pesquisa e desenvolvimento na área de semicondutores e melhorar a competitividade industrial norte-americana no setor. Ao longo do tempo, SEMATECH evoluiu para uma instituição de colaboração internacional em P&D que serve toda a cadeia de valor em nanoeletrônica (Fonte: <http://public.sematech.org/Pages/About%20SEMATECH.aspx>, acessado em 26 de maio de 2015).

estão interligados e se reforçam mutuamente. Todos têm razões para manter elevados níveis de gastos governamentais em desenvolvimento de armas. (REPPY, 2000, p. 4). Com tal presença abundante da variável independente - elevada complexidade da indústria de defesa – e tais entornos político, jurídico e econômico favoráveis, esse repasse deveria ser visível no *ECON* e no *HighTech*.

Cabe destacar que, especialmente para o caso dos EUA, as políticas de cerceamento tecnológico<sup>88</sup> com restrições de exportações de produtos que englobam tecnologias sensíveis<sup>89</sup>, como a tecnologia nuclear, tornam as exportações uma sub-representação da capacidade produtiva de determinados países no caso da produção bélica e da produção de alta tecnologia. Não obstante, dificilmente esse cerceamento ocorre para todos os países e, enquanto a variável *Diversity* (diversidade) do *ECON* considera as exportações acima da média mundial, a variável *Variety* (variedade) do indicador *DEF* foi modelada para considerar todos os sistemas de armas distintos exportados (mesmo que uma única unidade). Por exemplo, no âmbito da OTAN, disparidade tecnológica entre os Estados Unidos e seus aliados compromete a interoperacionalidade entre as forças, o que não é de seu interesse (FLAMM, 2000).

Pressões econômicas devido aos custos cada vez mais elevados de desenvolvimento de novos sistemas de armas igualmente têm papel relevante em prevenir cerceamento total. Mesmo no auge da Guerra Fria, em meados dos anos 70, o caça F-16 foi produzido sob um consórcio multinacional entre os Estados Unidos, Bélgica, Países Baixos, Dinamarca e Noruega, com componentes fabricados nos cinco países e linha de montagem final na Bélgica e nos Países Baixos (U.S. AIR FORCE, 2015a). O F-16 é o caça mais utilizado em forças aéreas no mundo, com pelo menos 2691 unidades operativas (FLIGHTGLOBAL, 2015). Já o F-22, cujas exportações foram proibidas<sup>90</sup> a fim de proteger sua tecnologia *Stealth* (que lhe confere uma baixa visibilidade em radar, isto é, tem baixa detectabilidade), teve sua produção encerrada com apenas 187 unidades (a frota, de acordo com a U.S. Air Force, é de 183 caças em setembro de 2015<sup>91</sup>). Seu substituto, o F-35, foi desenvolvido em parceria entre os Estados Unidos, Reino Unido (BAE Systems é uma das principais subempreiteiras), Itália, Holanda, Turquia, Canadá,

---

<sup>88</sup> Tentativa (exitosa ou não) por parte dos detentores de conhecimento que ofereça uma vantagem comparativa, em termos comerciais ou militares, de limitar sua difusão, principalmente para países rivais ou potencialmente rivais.

<sup>89</sup> “Tecnologia sensível é uma tecnologia de qualquer natureza, civil ou militar, que um determinado país ou grupo de países, considera que não deva dar acesso, durante certo tempo, a outros países, hipoteticamente por razões de segurança. Em muitas publicações utiliza-se a designação de tecnologia sensível para significar tecnologia de uso dual” (LONGO, 2007b).

<sup>90</sup> Department of Defense Appropriations Act, 1998.

<sup>91</sup> U.S. AIR FORCE, 2015b.

Dinamarca, Noruega e Austrália em diferentes níveis de cooperação e transferência de tecnologia (U.S. AIR FORCE, 2014).

Uma explicação alternativa para a redução das complexidades da economia como um todo e da indústria de alta tecnologia nos EUA pode ser o *offshoring*<sup>92</sup>. No entanto, essa alternativa não invalida as conclusões, pois, se os EUA realocam sua produção para outros países, como se daria o processo de disseminação do conhecimento (sensível e frequentemente cerceado) da área militar para a área civil?

Muitas das indústrias que impulsionaram o desenvolvimento científico e tecnológico norte-americano após a Segunda Guerra Mundial, como a microeletrônica, migraram para o exterior, levando empregos e inovações com elas e quebrando o paradigma do pós-guerra de que tecnologias inventadas em um país iriam naturalmente ser produzidas nesse país (WESSNER, 2013). Para o autor é claro que a transferência da base produtiva de um país ameaça sua habilidade de inovar. No contexto de um ambiente econômico que tem visto a erosão e o *offshoring* das indústrias tradicionais em face da concorrência global, o modelo americano pode ter de ser adaptado (WESSNER, 2013).

### 3.2.2 - Reino Unido

Grã-Bretanha colocou grande ênfase em tecnologia bélica no pós-1945 (NELSON e ROSENBERG, 1993), possuindo o terceiro maior orçamento militar entre os países da OTAN (atrás dos EUA e da França) e o sexto mundial (SIPRI, 2015). Também possui a maior empresa produtora de armas da Europa, a BAE Systems (SIPRI, 2014). A capacidade industrial da BID inglesa é elevada, sendo capaz de desenhar, fabricar e comercializar sistemas de armas marítimos, terrestres e aéreos. (JAMES, 2000, p. 103). A indústria aeroespacial é tida como líder em inovação de processos e inovação organizacional em áreas como o gerenciamento da cadeia de suprimentos (JAMES, 2000, p. 106).

No entanto, até o final do século XX, o desenvolvimento científico e tecnológico para fins de defesa foi afastado, organizacionalmente, daquele para fins civis, tanto em termos de instituições (com estabelecimentos dedicados exclusivamente para defesa ou divisões específicas de defesa em instituições mistas) como em termos de comunidades separadas de

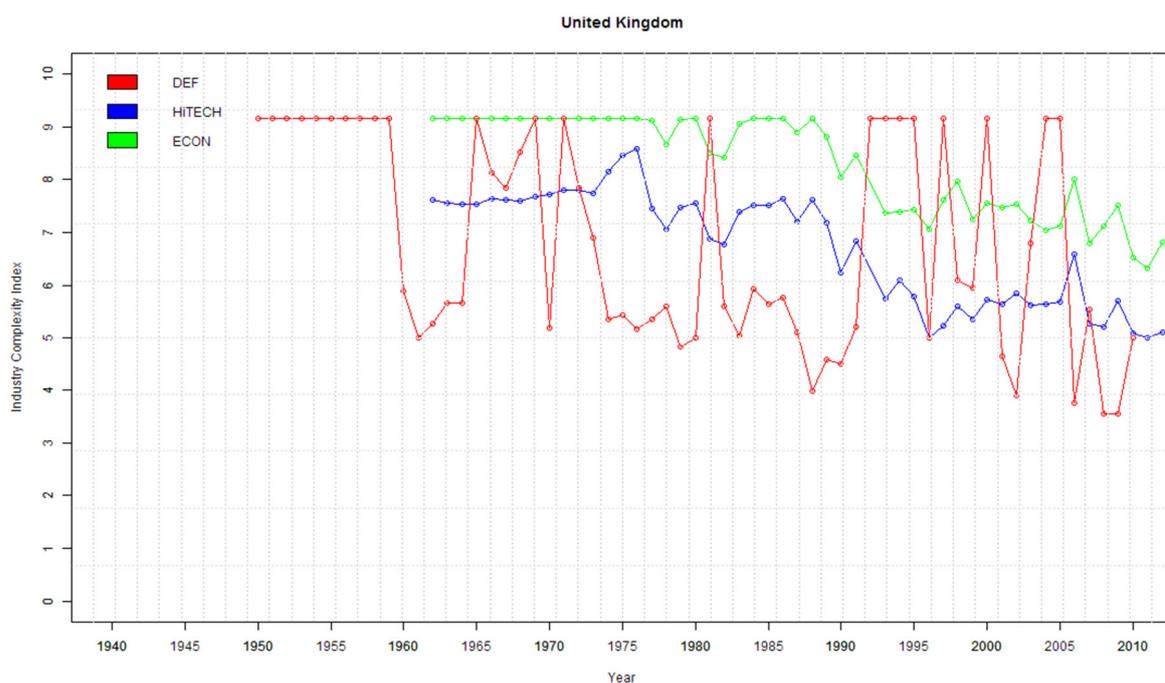
---

<sup>92</sup> Offshoring “é quando uma empresa pega uma de suas fábricas que faz suas operações em Canton, Ohio, e a transfere para Canton, China, onde produz exatamente o mesmo produto exatamente da mesma maneira, só que com mão-de-obra mais barata, uma carga tributária menor, energia subsidiada e menores gastos com os planos de saúde dos funcionários” (FRIEDMAN, 2005, p.115).

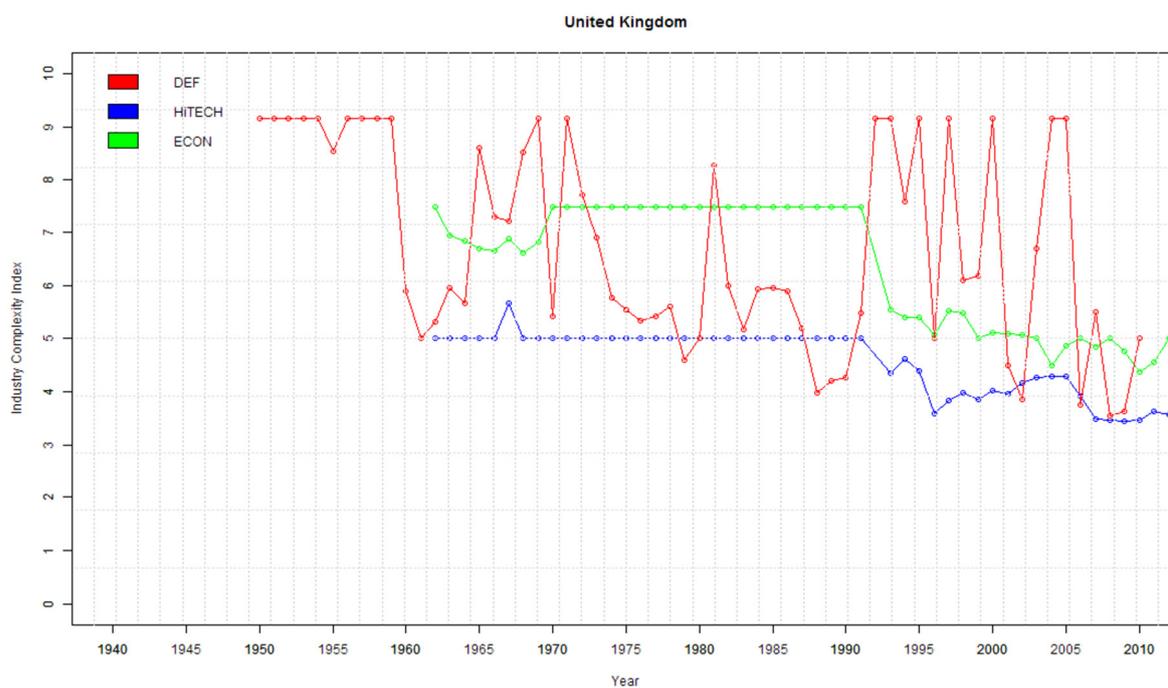
engenheiros e cientistas de cada área (JAMES, 2000, p. 103-104). Como consequência, ocorreu pouca difusão de conhecimento do âmbito militar para o civil.

Vários relatórios na década de 80 alertaram para os reduzidos benefícios civis decorrentes de investimento em P&D militar. (MADDOCKS Report, 1983). Um levantamento do Conselho Consultivo sobre Ciência e Tecnologia do governo estimou que menos de 20% dos gastos em P&D do Ministério de Defesa tinham probabilidade de trazer retornos para a área civil, devido à especificidade das pesquisas financiadas (Cabinet's Office's Advisory Council on Science and Technology - ACOST Report, 1989). Mesma conclusão de Kaldor (1981), que descreve a indústria de defesa britânica como tendenciosa em relação a inovações cada vez mais barrocas e mais isoladas das necessidades e mercados civis. Somente no caso de pequenos fornecedores constatou-se presença de tecnologia de uso dual. (JAMES *et al.* 1998). A transferência da tecnologia entre as divisões civil e militar, mesmo dentro de uma mesma empresa, acabava restringida por questões de segurança, por diferenças na cultura organizacional e por procedimentos administrativos (de contabilidade) que diminuam os incentivos para disseminação de conhecimento (JAMES, 2000, p. 104).

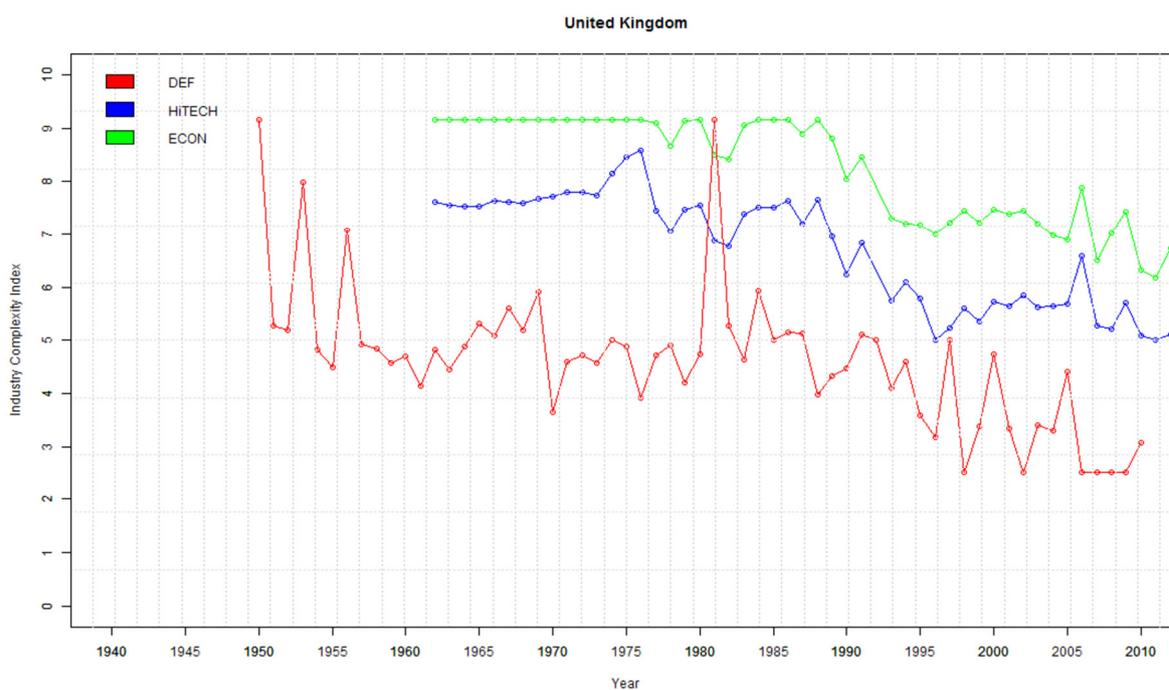
Durante o governo Thatcher (1979-1990), as principais empresas de armamento do Reino Unido foram privatizadas, dentro de uma orientação política mais geral de redução da intervenção do Estado na economia (JAMES, 2000, p. 106). Todavia, Samuels (1994) destaca como o financiamento público da indústria de defesa sob a justificativa da segurança nacional e dos efeitos do *spin-off* foram utilizadas como desculpa por governos - de outro modo tidos como liberais – praticarem políticas “mercantilistas”. Assim, alguns programas britânicos claramente orientados ao desenvolvimento da indústria civil receberam financiamento militar. (REPPY, 2000, p. 09-10). Nos cálculos sem os EUA (Figura 34 e Figura 35), os níveis de complexidade da indústria de defesa (**DEF**) tiveram um pico no auge da Guerra Fria (em torno de 1980), mas mantendo níveis mais baixos no começo dos anos 70 até o começo dos anos 90, quando retornam aos valores da Guerra Fria até a crise europeia iniciada com a crise dos títulos *subprime*. A presença dos EUA mostra, entretanto, uma tendência decrescente no **DEF** a partir dessas reformas políticas (Figura 36 e Figura 37).



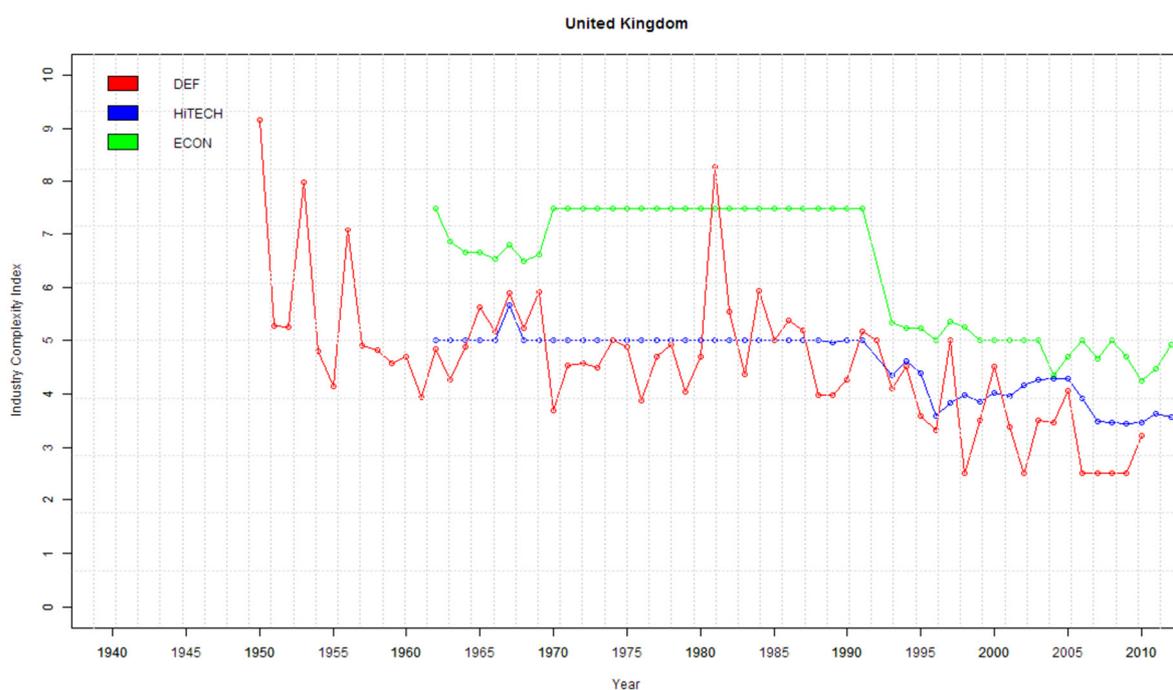
**Figura 34 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Reino Unido (sem EUA). Elaboração própria.**



**Figura 35- Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Reino Unido (sem EUA). Elaboração própria.**



**Figura 36 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Reino Unido (com EUA). Elaboração própria.**



**Figura 37 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para o Reino Unido (com EUA). Elaboração própria.**

A redução do investimento em P&D militar e a ênfase em soluções duais fizeram que a aquisição de tecnologia, especialmente no nível de subcomponentes, fosse cada vez mais

originária da indústria comercial. (JAMES, 2000, p. 100). Por exemplo, a maioria dos semicondutores utilizados na indústria de defesa britânica eram provenientes de fornecedores comerciais ou importados. (EDMONDS et al., 1990). Essa posterior interligação entre os setores civis e o militar, com liderança civil, é visível no cálculo por valor monetário (incluindo os EUA, Figura 36), onde aparece uma correlação entre as três complexidades a partir de meados dos anos 80, com a *ECON* e a *HighTech* em níveis superiores à *DEF*.

As reestruturações após o fim da Guerra Fria aumentaram a interdependência entre países por meio do suprimento de sistemas e componentes especializados (EDMONDS et al., 1990). Tradicionalmente, o Ministério da Defesa colocou poucas restrições no uso de componentes estrangeiros nos sistemas de armas britânicos, priorizando competitividade em termos de custos em lugar de propriedade nacional (TAYLOR e HAYWARD, 1989). “As instituições e as relações que contribuem para o desenvolvimento, aplicação e comercialização das tecnologias utilizadas pela indústria de defesa do Reino Unido têm um caráter cada vez mais transnacional” (JAMES, 2000, p. 96). Considera-se que a colaboração internacional é uma boa forma de promover intercâmbio de tecnologia, de alavancar maiores retornos em investimento e de se beneficiar da exposição ao debate internacional nas pesquisas em defesa e tecnologias-chave, assim como do controle de armas e de exportações dos países vizinhos (JAMES, 2000, p. 110).

Todavia, a transferência de propriedade pode supor uma perda no acesso privilegiado à pesquisa básica e aplicada (nacionais) de patrocínio do governo (KLUTH, 2009). Projetos transnacionais também podem ter sua integração prejudicada pela presença de múltiplas instituições de inovação com orientações e interesses diferentes (KLUTH, 2009). Em geral, os níveis de P&D registrados têm reduzido e a indústria britânica tem recorrido cada vez mais aos EUA para garantir acesso a conhecimento tecnológico-chave (HALL e JAMES, 2009). As aquisições da BAE Systems, notadamente a partir dos anos 2000, de diversas empresas norte-americanas de defesa correspondem não só a um movimento para garantir o acesso ao mercado mais lucrativo do mundo para produtos de defesa como, também, para obter acesso a tecnologias estratégicas. Nesse sentido, ressaltamos que mesmo tecnologias cerceadas podem ser acessíveis para parceiros estratégicos e aliados, como exposto na seção “3.3.1 – Estados Unidos”. Destarte, o algoritmo implementado para aferir a diversidade no *DEF* (variável *Variety*) contabiliza todas as transferências (venda ou licenciamento) de sistemas de armas distintos constantes na base do SIPRI, de modo que cada um dos sistemas comercializados contribui para o cálculo final.

### 3.2.3 – França

As políticas francesas em relação à tecnologia deram prioridade a objetivos militares por cinco décadas, de modo que um pequeno grupo de grandes empresas de defesa se encontra no centro da rede de financiamento de P&D e do sistema nacional de inovação (SERFATI, 2000, p. 71).

De fato, essa prioridade é percebida ao se examinar a composição dos gastos públicos. O investimento em P&D civil foi mais afetado por cortes orçamentários que o investimento em P&D militar (SERFATI, 2000, p. 72). O mesmo ocorreu para outros tipos de gasto governamental: desde 1980, em termos absolutos, o aumento dos gastos públicos em equipamentos militares foi muito maior do que gastos em equipamento e infraestrutura civil (por exemplo, hospitais ou infraestrutura de transportes). Apesar de fortes reduções no orçamento para compra de equipamento militar a partir de 1992, este ainda permaneceu em níveis mais elevados do que o orçamento civil. (SERFATI, 2000, p. 74).

Serfati (2000) evidencia as ligações que compõe a rede de firmas e grupos industriais integrantes do sistema nacional de inovação do país através do fluxo monetário do financiamento em P&D. O investimento governamental em P&D (sem contabilizar o crédito fiscal para pesquisa e desenvolvimento), até o final do século XX, é basicamente dividido em duas grandes áreas: os “Programas Tecnológicos de Defesa” e os “Grandes Programas Tecnológicos” (nas áreas aeroespacial, nuclear e telecomunicações).

Não somente os fundos governamentais concentravam-se em poucas firmas (apenas 120 das 3800 que declaravam atividades em P&D), mas as empresas que possuíam contratos de P&D militar também recebiam a maior parte (94%) do valor dos contratos em P&D destinados aos programas civis (CARPENTER e SERFATI, 1997 *apud* SERFATI, 2000, p. 76). Na Figura 38 e na Figura 39, que ilustram os indicadores de complexidade para a França de acordo com valor monetário e com quantidade sem os EUA, é observável como o nível de complexidade da indústria de defesa dispara a partir dos anos 60 e supera as demais complexidades.

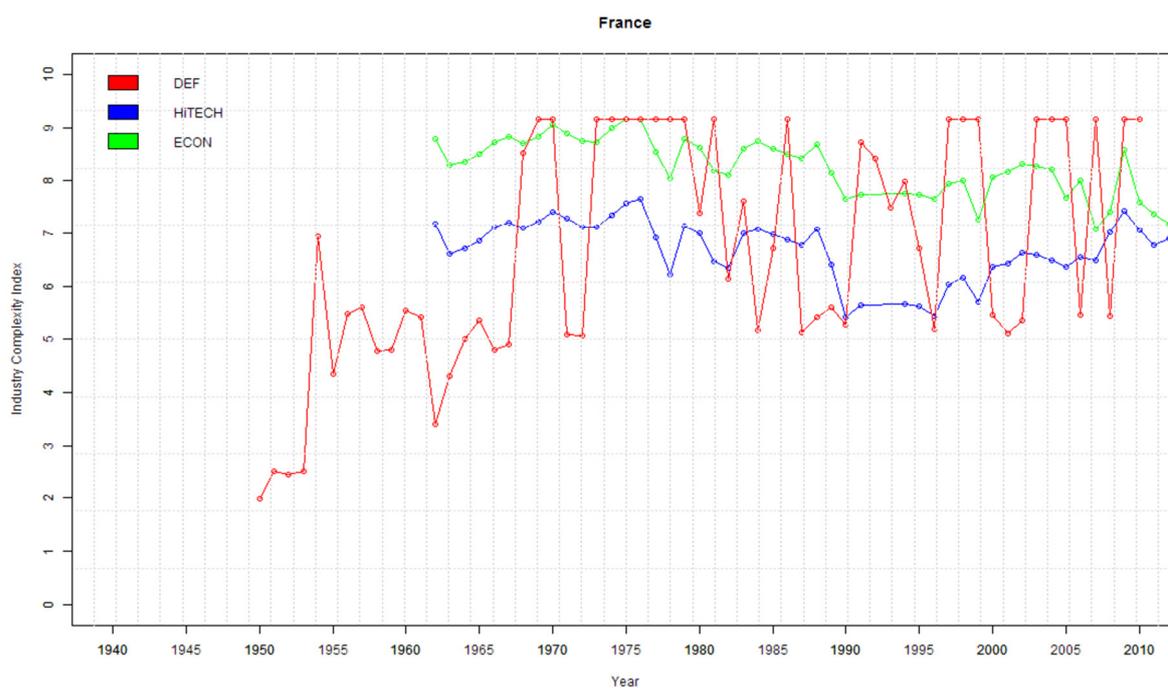


Figura 38 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para França (sem EUA).  
Elaboração própria.

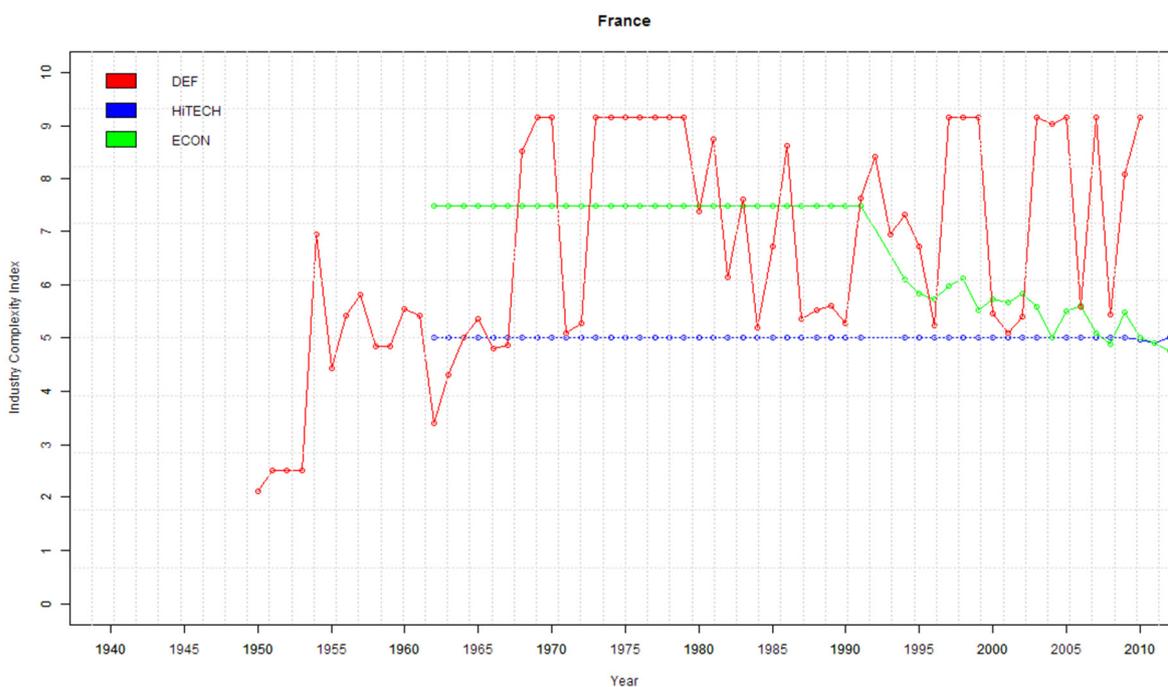
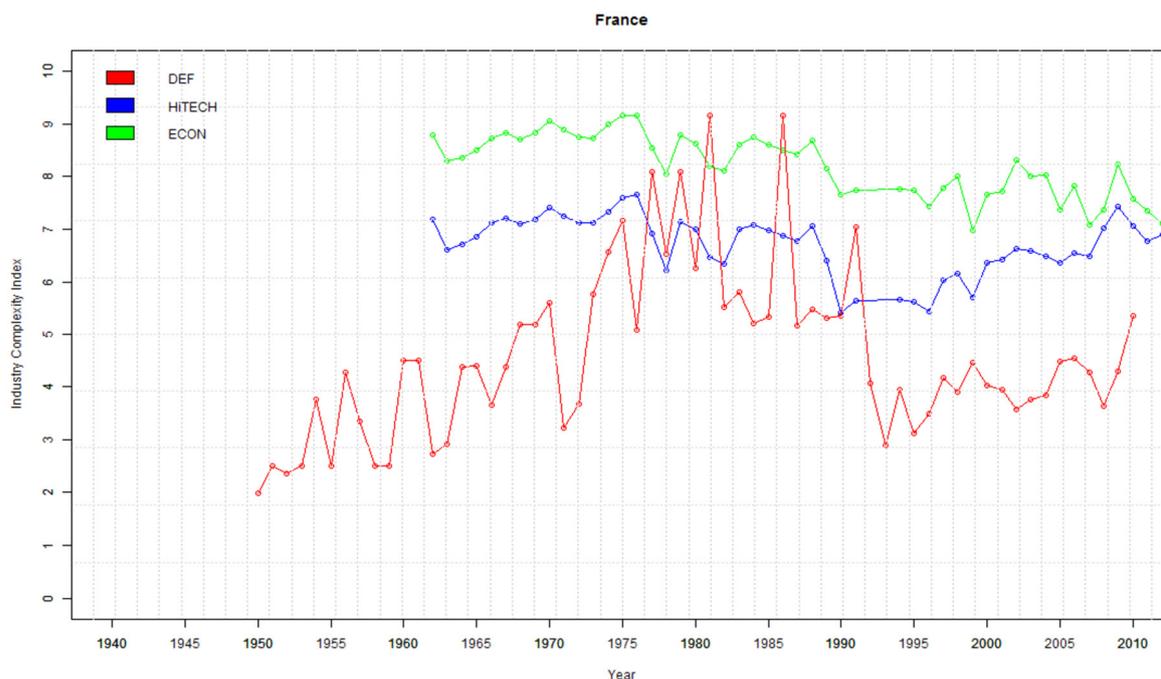


Figura 39 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para França (sem EUA).  
Elaboração própria.

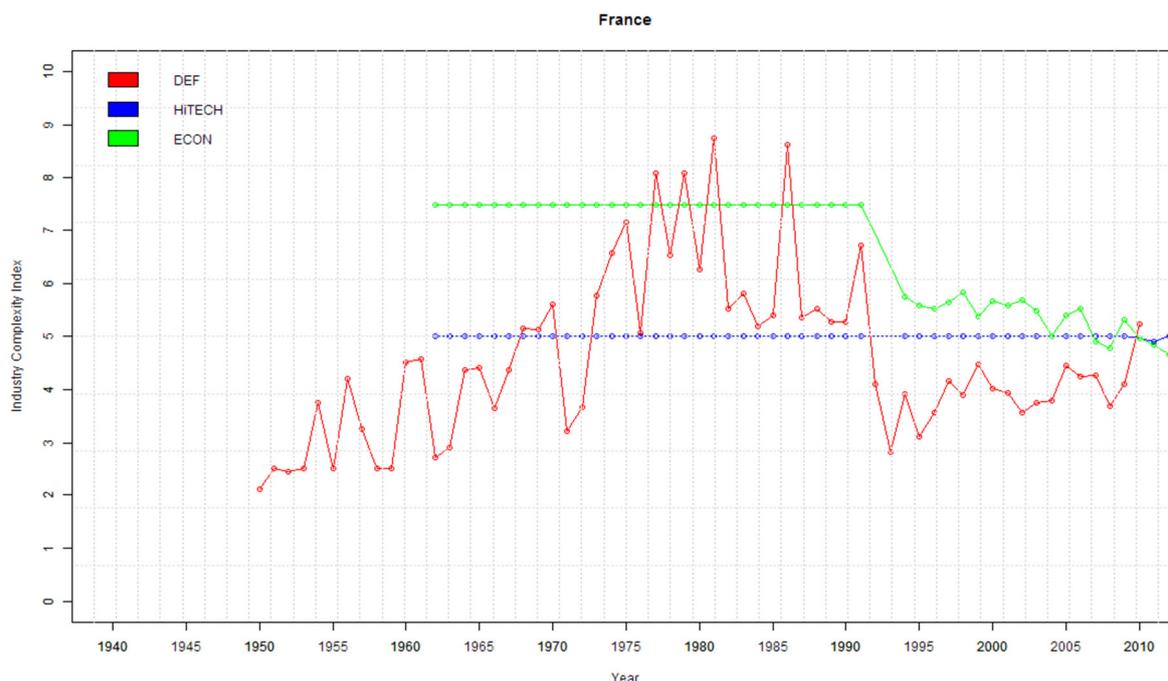
Inclusive, no gráfico comparativo dos valores de *DEF* para os países analisados (Cf. Figura 27), a França aproxima-se dos EUA no auge da Guerra Fria. Cabe destacar que tal tendência se verifica já no início da série temporal (1950), que captura a mobilização da

indústria de defesa francesa durante a Primeira Guerra da Indochina<sup>93</sup>, com dramática ascensão do *DEF* nos cinco primeiros anos de resultados para o indicador para os cálculos sem a presença norte-americana (Figura 38 e Figura 39). Essa ascensão aparece de modo menos pronunciado nos cálculos que incluem os Estados Unidos (Figura 40 e Figura 41).



**Figura 40 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para França (com EUA).  
Elaboração própria.**

<sup>93</sup> Conflito bélico entre a França e a Indochina Francesa entre 1946 e 1954 que resultou na independência do Estado do Vietnã (como estado associado, em 1949), de Laos e de Camboja (ambos em 1953) e eventual partição dos territórios do Vietnã em Vietnã do Norte e Vietnã do Sul (regida pelo Estado do Vietnã) na Conferência de Genebra de 1954.



**Figura 41 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para França (com EUA).  
Elaboração própria.**

Apenas dez grupos industriais controlavam a maioria dessas empresas, recebendo quase a totalidade dos fundos de P&D militar e cerca de metade dos seus custos totais em P&D eram cobertos por dinheiro público. (SERFATI, 2000, p. 77). Em termos de atividade industrial, no núcleo do sistema francês de inovação, situavam-se os setores aeroespacial, nuclear e de defesa, recebendo o grosso dos subsídios (SERFATI, 2000, p. 77). Porém, seu desempenho em difusão tecnológica intersectorial era fraco (SERFATI, 2000, p. 77) e o sistema foi crescentemente visto pelo Estado como favorecedor de grandes corporações (OCDE, 2014). Medidas governamentais para reduzir o monopólio desses grandes grupos acabaram por contribuir a separação entre atividades civis e militares, como a divisão da Thomson S.A. entre Thomson – CSF (militar) e Thomson Multimedia (civil, de aparelhos eletrônicos) contradizendo o discurso oficial sobre a necessidade de fortalecer os elos de ligação entre tecnologias militares e comerciais (SERFATI, 2000, p. 83)

Um ponto de inflexão ocorre no final dos anos 90, com a redução ou desaparecimento dos programas civis de larga escala (com exceção do programa espacial) e a redução do investimento público em P&D militar (OCDE, 2014). O Estado parou de financiar P&D para as grandes companhias industriais (MUSTAR e LAREDO, 2002), distanciando-se do modelo anterior.

Percebe-se um aumento gradual do *HighTech* (valor monetário com e sem EUA, Figura 40 e Figura 38) e a forte redução do *DEF* (com EUA) com as mudanças em políticas públicas e a tendência de diminuição dos gastos militares a partir de 1992, contudo, um levantamento do Ministério de Educação Superior e Pesquisa (DGREI-MESR, 2008) identificou que, em meados dos anos 2000, grandes empresas (com mais de dois mil funcionários, incluindo empresas de armamento), ainda recebiam mais de 70% das subvenções governamentais diretas.

A Lei de Inovação e Pesquisa (conhecida por “*Loi Allègre*”) de 1999 buscava emular a proximidade norte-americana entre academia e indústria, promovendo a criação de empresas para comercializar produtos oriundos de pesquisa acadêmica (OCDE, 2014). Não obstante, um estudo governamental sobre o impacto da lei não encontrou uma maior comercialização dos frutos de pesquisa nem crescimento dessas empresas (IGF e IGAERN, 2007), embora boa parte das empresas criadas ainda persistia 6 anos depois (IGF e IGAERN, 2007). Observa-se uma forte correlação entre *ECON* e *HighTech*, mas não entre ambos e *DEF*.

### 3.2.4 – Alemanha

A Alemanha teve participação central nas duas Guerras Mundiais, sofrendo grande devastação e graves sanções econômicas como punição. Após a derrota na Segunda Guerra Mundial, o país foi dividido em Alemanha Ocidental, controlada pelo bloco capitalista, e Alemanha Oriental, controlada pela União Soviética, até a queda do Muro de Berlim em 1989.

De acordo com o Protocolo III (1954) do Tratado de Bruxelas<sup>94</sup>, a Alemanha Ocidental assumia a obrigação de não produzir em seu território armas nucleares, químicas e bacteriológicas, assim como mísseis de longo alcance e aeronaves de uso estratégico. Contudo, a Guerra Fria favoreceu a indústria de defesa alemã, que recebeu armamentos tanto dos EUA quanto a União Soviética para o território ocidental e o oriental respectivamente. Nos anos 60, a Alemanha passou a produzir sob licença alguns sistemas de armas e, até o final da década, a maior parte da fabricação de produtos bélicos para suas Forças Armadas já estava em mãos de empresas nacionais. A indústria de defesa do país é, em grande parte, confinada ao setor privado, que desempenha 85% de toda a P&D, fornecimento e manutenção militares (BRAHMAND, 2013).

---

<sup>94</sup> Tratado assinado em 17 de março de 1948 entre a Bélgica, a França, Luxemburgo, Países Baixos e Reino Unido a fim de estabelecer cooperação mútua de defesa para os países da Europa Ocidental, em um modelo que abriu o caminho para a criação da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) no ano seguinte.

O Estado se encontra atualmente entre os cinco maiores países exportadores de armas, ocupando a 3ª posição, atrás dos EUA e da Rússia, para o período 2005-2009 e 4ª (perdendo para a China) no período 2010-2014.

Entretanto, a dependência internacional também é muito presente. Cerca de 70% dos principais equipamentos militares do país são produzidos dentro de projetos internacionais de colaboração com vários países da OTAN (BRAHMAND, 2013). Por um lado, trata-se de uma vantagem para as firmas alemãs, que não se encontram no topo do desenvolvimento tecnológico de certas áreas de defesa, como eletrônica. Por outro, pode trazer problemas para a segurança nacional (BRZOSKA, 2014). Essa vantagem é visível nos níveis de complexidade da sua indústria de defesa (**DEF**, Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Figura 45, abaixo), que aumentam expressivamente (no cálculo sem EUA, aumento mais discreto com EUA) após a reestruturação mundial do setor, com uma maior integração europeia.

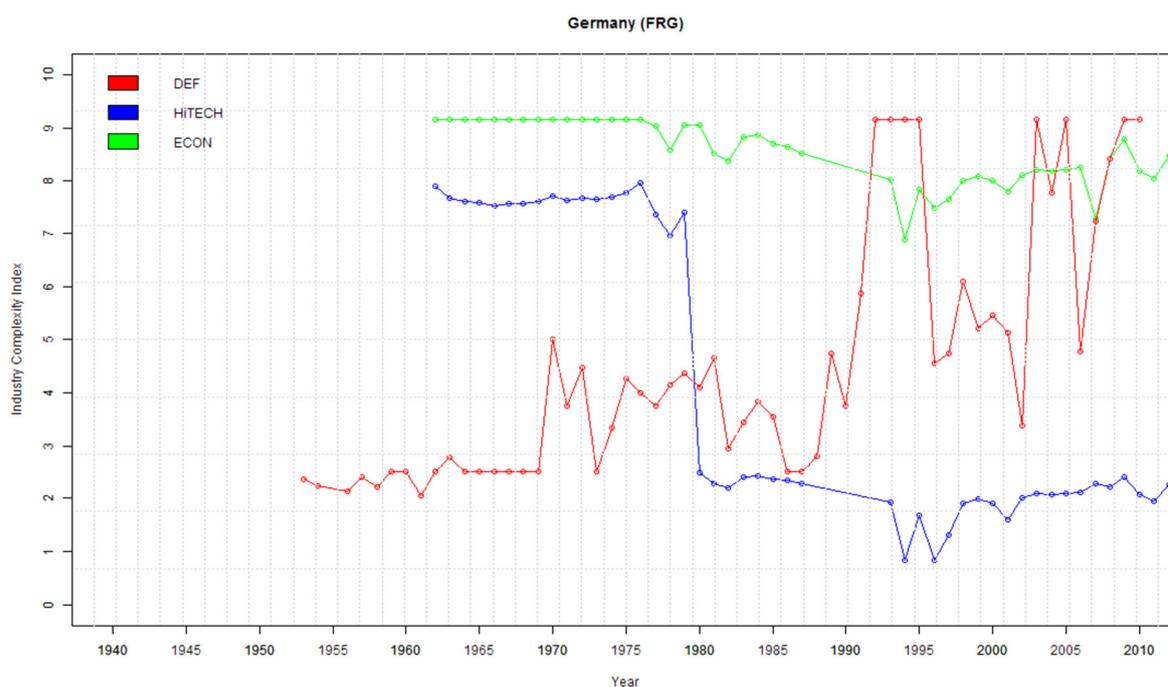
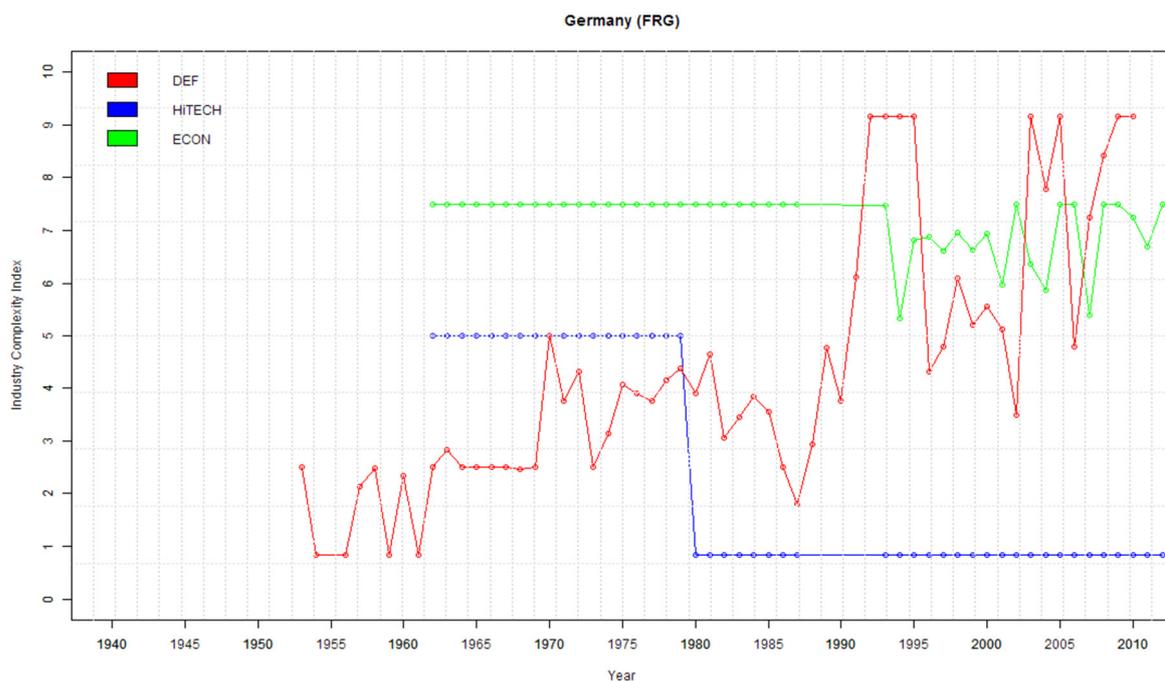
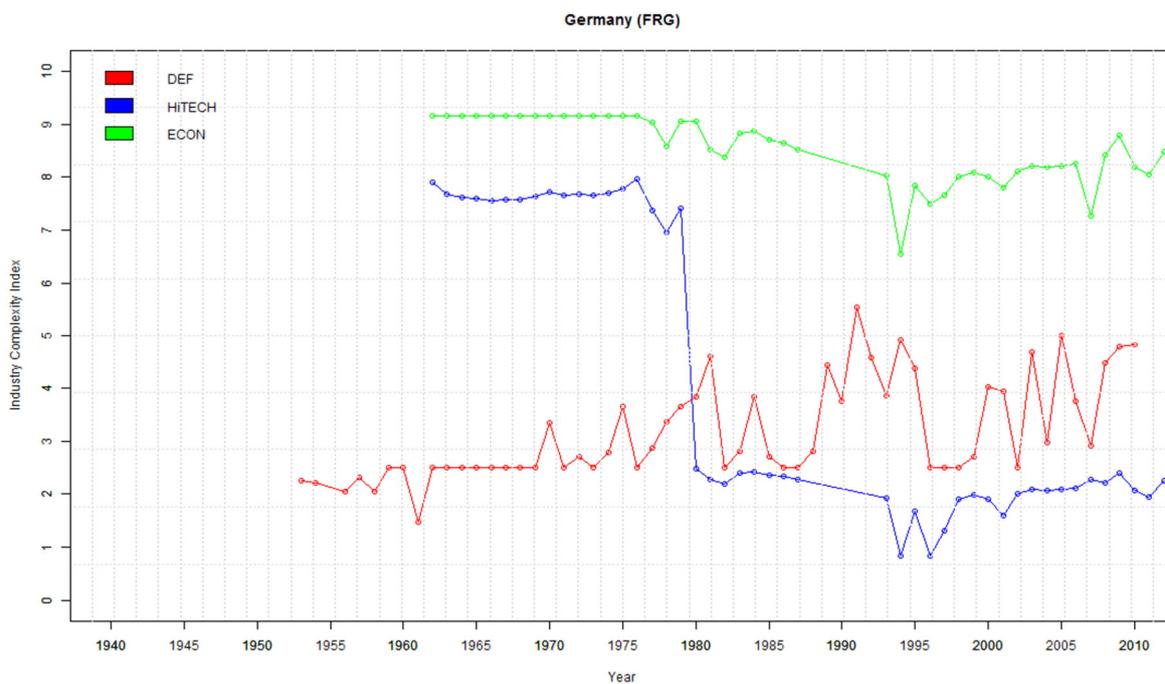


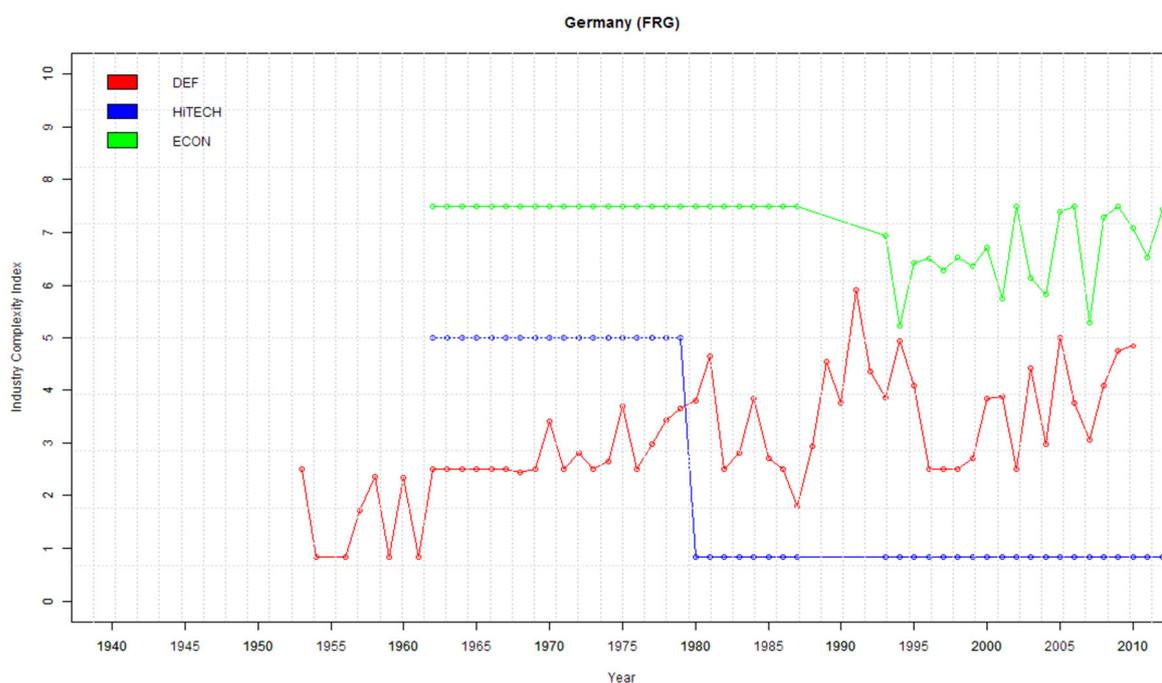
Figura 42 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Alemanha (sem EUA). Elaboração própria.



**Figura 43 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Alemanha (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 44 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Alemanha (com  
EUA). Elaboração própria.**



**Figura 45 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Alemanha (com EUA).  
Elaboração própria.**

A DASA (resultado da fusão de múltiplas empresas da área aeroespacial), que já controlava aproximadamente 60% da indústria de defesa alemã no final dos anos 80 (MAWDSLEY, 2003), uniu-se em 2000 à francesa Aérospatiale-Matra e à espanhola Construcciones Aeronáuticas SA (CASA) para formar a European Aeronautic Defence and Space Company (EADS, renomeada Airbus Group em 2014), sétima maior empresa produtora de armas do mundo (SIPRI, 2014).

Recentemente, devido às crises internacionais que levaram a Europa à recessão, medidas de austeridade reduziram o orçamento para aquisições, em meio a um debate político sobre os critérios para exportação de armamentos, relatórios negativos sobre a eficiência dos programas de aquisição e mudanças estruturais para transformar a força de defesa territorial em uma de missões expedicionárias internacionais (BRAHMAND, 2013; BRZOSKA, 2014).

O sistema nacional de inovação alemão tem suas raízes no século XIX e primeira metade do século XX, alcançando rapidamente uma posição de destaque em comparação com outros países. Todavia, esse impulso inicial não conseguiu sustentar os níveis de inovação após as mudanças tecnológicas dos anos 70 (ALLEN, 2015). Em certas áreas, por exemplo na indústria farmacêutica, a Alemanha tem ficado para trás de economias avançadas semelhantes (ALLEN, 2015).

Desde o final dos anos 80, as atividades de P&D diminuíram significativamente na economia como um todo, tanto em relação ao investimento em P&D quanto em relação ao número de patentes relevantes para o mercado global (SPIELKAMP e VOPEL, 1997). A redução maior ocorreu em inovações de produtos (embora também houve redução na inovação de processos) e atingiu, principalmente, as atividades de pesquisa de pequenas firmas (SPIELKAMP e VOPEL, 1997).

Frietsch (2007) destaca o desempenho alemão em indústrias de média a média-alta tecnologia, como engenharia mecânica, indústria automobilística e algumas subáreas da indústria elétrica, superando, inclusive, o Japão. No entanto, o número de patentes em tecnologia de ponta é fraco como um todo (FRIETSCH, 2007). Sua performance é limitada em áreas tidas como fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico no século XXI, como processamento de dados, indústria farmacêutica, telecomunicações, eletro-óptica (ALLEN, 2015). Isto é observável claramente no indicador *HighTech* em todos os gráficos para a Alemanha (Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Figura 45), com drástica redução no nível de complexidade da indústria de alta tecnologia após as mudanças tecnológicas ocorridas nos anos 70, anteriormente citadas.

Novamente, *DEF* não apresenta correlação e os níveis científico-tecnológicos da indústria de defesa alemã e de sua indústria de alta tecnologia são contrastantes.

Em 2001, o governo federal lançou uma iniciativa para fomentar a comercialização de tecnologia (BMBF/BMWi, 2001) e em 2006 foi publicada a Estratégia de Alta Tecnologia para a Alemanha, sendo a segurança um dos 17 campos definidos como estratégicos para o país.

### 3.2.5 - Itália

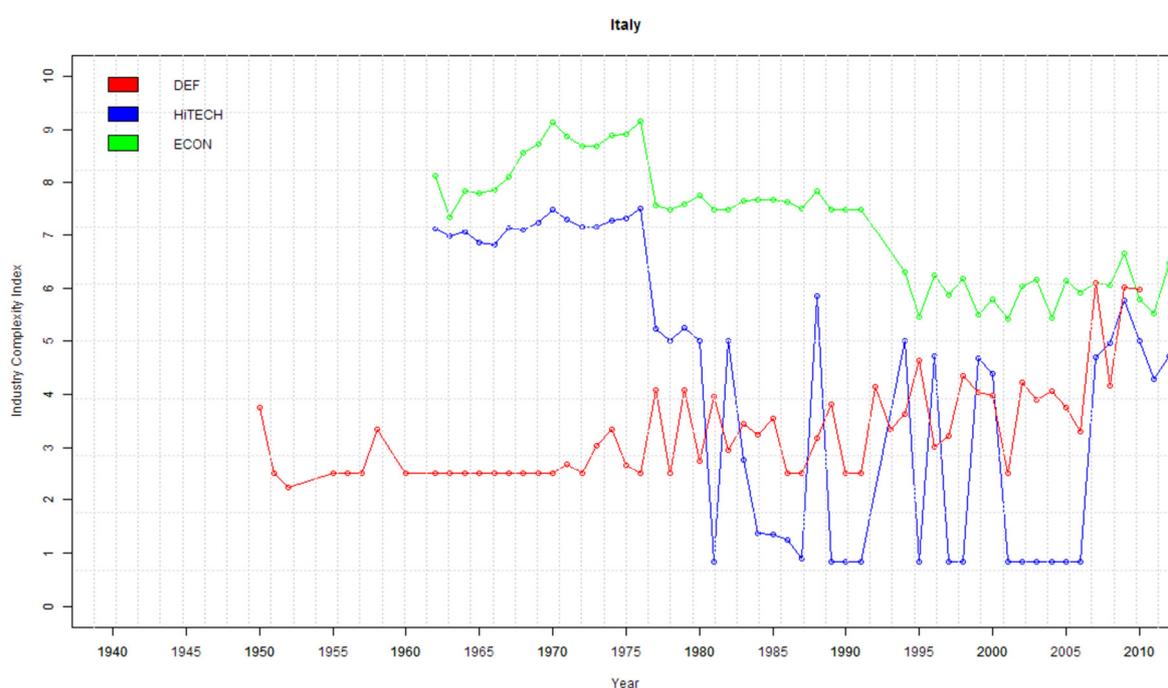
A Itália representa um dos casos de maior sucesso de crescimento econômico no pós-guerra, com elevado crescimento na produtividade, na renda per capita e nas exportações (MALERBA, 1993).

Em defesa, a Finmeccanica é a nona maior empresa produtora de armas do mundo (SIPRI, 2014) e, dentro do país, o segundo maior conglomerado industrial e primeiro maior em alta tecnologia (BRAHMAND, 2013). Em 2013, duas firmas responderam por 60% de todo o investimento industrial em P&D da Itália: a Fiat e a Finmeccanica (European Commission, 2013).

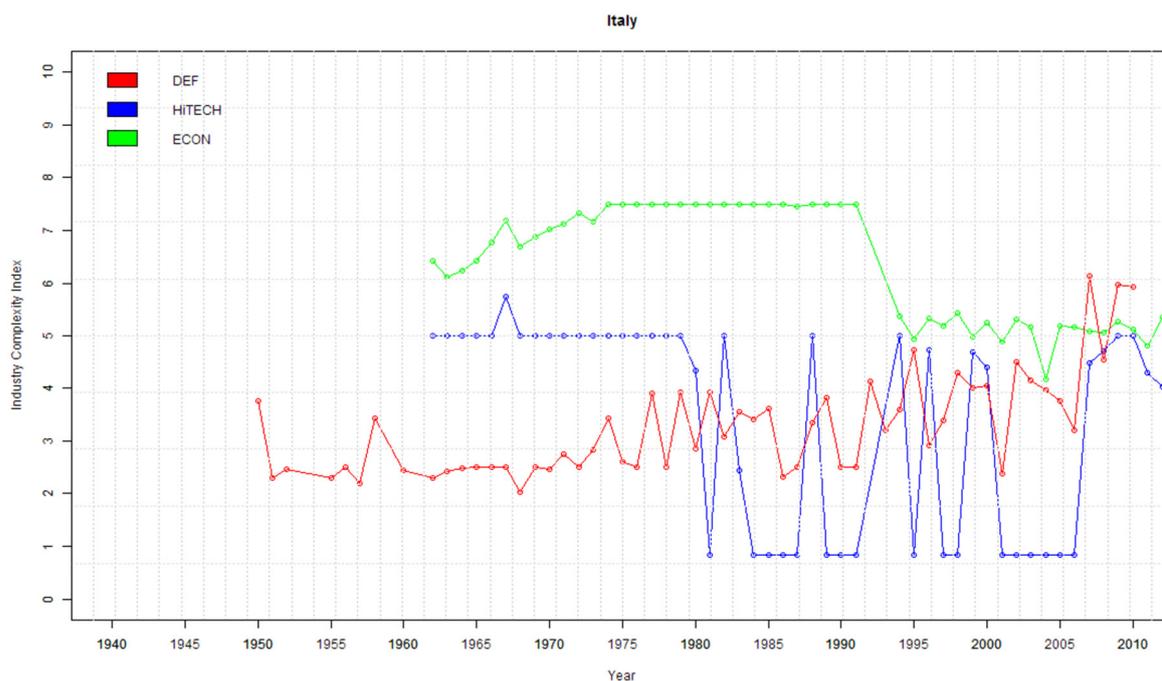
A companhia era estatal até 1993, quando foi listada na bolsa de valores, mas o governo ainda detém cerca 30% das ações. Desde 1992, a empresa embarcou em uma onda de agressivas

aquisições no mercado estrangeiro, em particular no Reino Unido (KLUTH, 2009). Por exemplo, a compra da Augusta Westland em 2004 possibilitou o controle total da indústria de helicópteros da Grã-Bretanha por parte da Finmeccanica (KLUTH, 2009).

Dentro do processo de maior de integração na indústria de defesa europeia já mencionada, as divisões de mísseis da Finmeccanica, da BAE Systems (Reino Unido) e da Airbus Group (França e Alemanha) se reúnem, em 2001, na MBDA Missile Systems (KLUTH, 2009). Os níveis de complexidade da indústria de defesa (*DEF*) para a Itália se beneficiam do crescimento da empresa nos cálculos sem os EUA (Figura 46 e Figura 47).

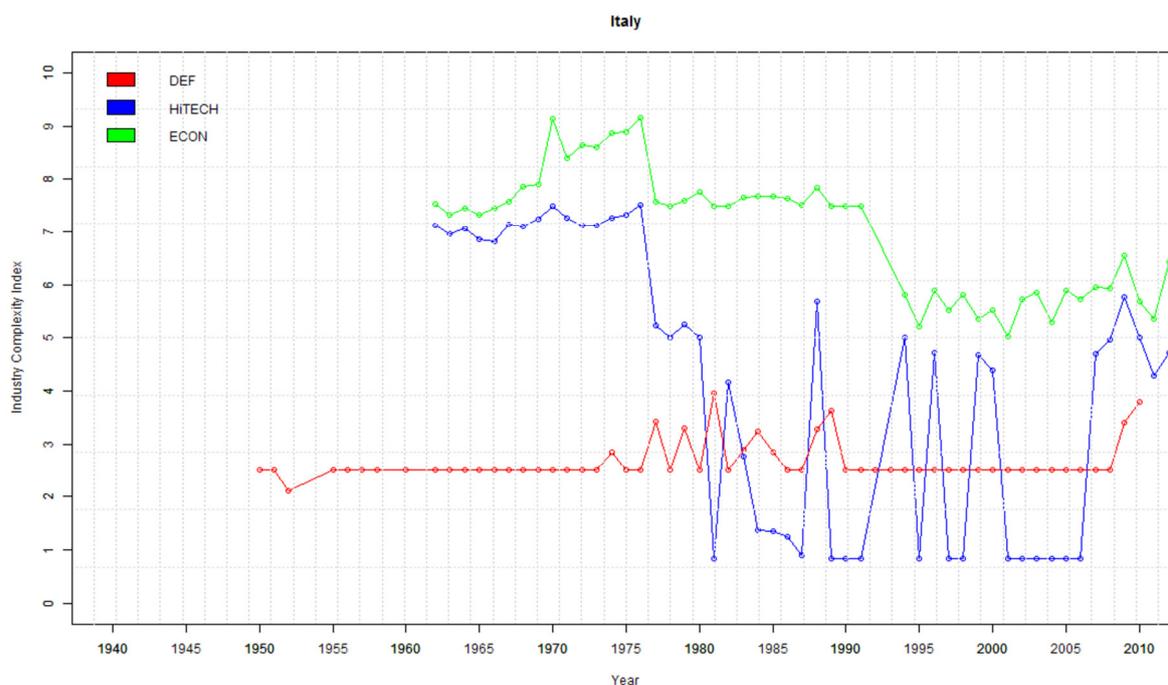


**Figura 46 – Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Itália (sem EUA).  
Elaboração própria.**

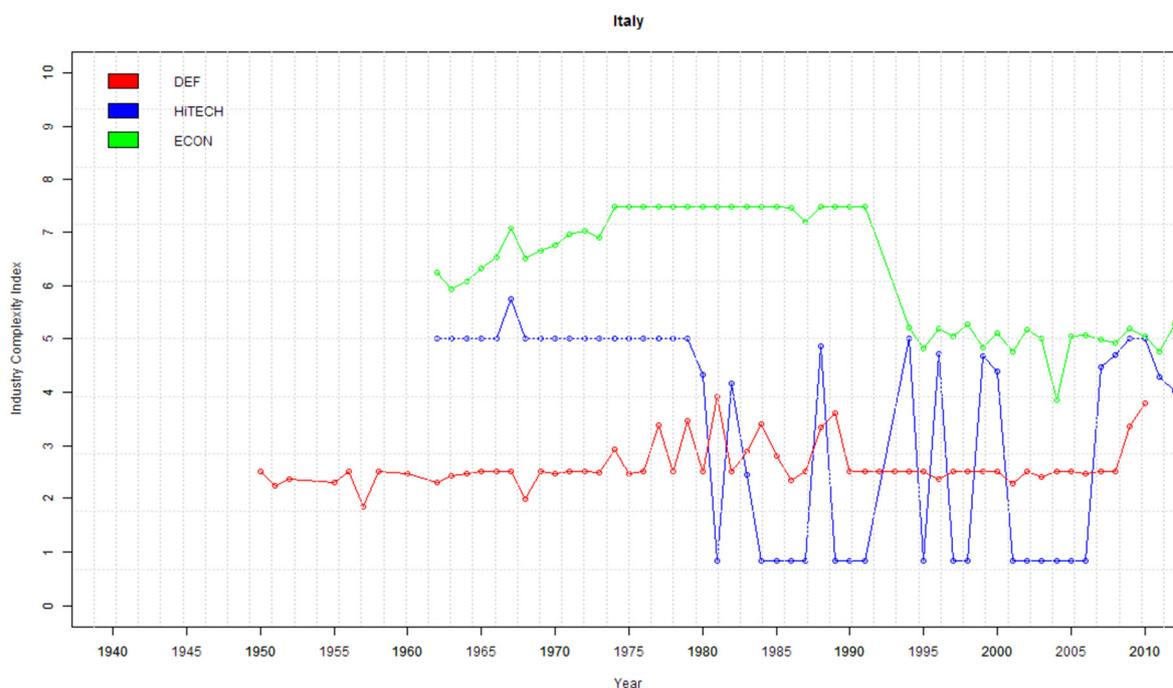


**Figura 47 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Itália (sem EUA).  
Elaboração própria.**

Considerando os EUA, os níveis de complexidade são mais elevados no período da Guerra Fria, retomando o crescimento em meados dos anos 2000 (Figura 48 e Figura 49).



**Figura 48 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Itália (com EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 49 – Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Itália (com EUA).  
Elaboração própria.**

A recessão econômica e a tendência dos países membros da OTAN de privilegiar forças militares expedicionárias (com maior flexibilidade e mobilidade) levaram a iniciativas políticas para reduzir o efetivo militar e o volume de equipamentos, mas, na prática, os déficits produzidos pelos cortes no orçamento para defesa estão sendo cobertos pelo Ministério da Indústria e não estão impedindo aquisições de novos equipamentos<sup>95</sup>. A Itália encontra-se na décima-segunda posição no ranking do SIPRI de gastos militares (SIPRI, 2014), sendo o país europeu com menor orçamento dentre os analisados.

Quanto ao sistema de inovação italiano, o crescimento econômico do pós-guerra e o aumento do investimento em P&D nos anos 80 não se traduziram em uma indústria de alta tecnologia forte (MALERBA, 1993). Na verdade, estudos apontam que ainda persiste subinvestimento em P&D, em especial por parte da iniciativa privada (CERULLI e POTÍ, 2012; ANTONELLI e CRESPI, 2013).

Em comparação com as demais economias avançadas europeias, o tamanho de sua indústria de alta tecnologia é reduzido, com menor percentagem de valor agregado atribuída à setores de elevada intensidade tecnológica (PAGANO e SCHIVARDI, 2003). No gráfico

<sup>95</sup> Disponível em < <http://www.defensenews.com/story/defense/policy-budget/budget/2015/01/13/italy-budget-freccia-satellite-cosmo-skymed/21460287/>>, acessado em setembro de 2015.

comparativo do indicador HighTech para os países analisados (Figura 29), é evidenciado o desempenho inferior da Itália em relação aos demais.

Há uma discrepância entre pesquisa acadêmica e inovação empresarial em áreas de ponta como biotecnologia, com investimento privado em recursos humanos e em P&D mais baixos do que em outros países desenvolvidos (CASTELLO e GRASSANO, 2014). No ranking da Comissão Europeia das principais empresas em investimento em P&D, não há nenhuma italiana nesse setor (CASTELLO e GRASSANO, 2014).

Malerba (1993) atribui a isso ineficiências e falta de competitividade no núcleo principal do sistema de inovação italiano, constituído por grandes conglomerados com laboratórios industriais, pequenas empresas de alta tecnologia, universidades, grandes institutos públicos de pesquisa e o governo nacional. Contudo, esse não é o único sistema de inovação italiano (MALERBA, 1993; BELUSSI, 2003; CERULLI e POTÍ, 2012; ANTONELLI e CRESPI, 2013; CASTELLO e GRASSANO, 2014). Pequenas empresas e instituições locais formaram sistemas de inovação de sucesso. Políticas de inovação regionais e a adaptação para o contexto local de regras mais gerais promoveram a cooperação criativa entre as pequenas e médias empresas agregando naturalmente as firmas em sistemas locais e regionais (BELUSSI, 2003). Essa dualidade está presente em todos os gráficos da Itália (Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49), cujo *HighTech* varia entre um patamar baixo e um intermediário, com melhor desempenho a partir de 2005, resultante de iniciativas governamentais para diminuir esse desequilíbrio. Os indicadores de complexidade não mostram correlação evidente.

### 3.2.6 – Rússia

No contexto de tensão da Guerra Fria, inovação adquiriu importância central para a URSS. Em um período de 15 anos, entre 1958 e 1973, os gastos governamentais com P&D multiplicaram-se por sete, dando lugar a uma das maiores concentrações de cientistas e pessoal de alta tecnologia orientada à defesa do mundo. (BERLINGER, 1976, p. 172). Com o fim da União Soviética, o investimento em P&D reduziu-se drasticamente, de 12% do orçamento estatal para apenas 2%. (SEDAITIS, 2000, p. 153). A diminuição na produção nacional de defesa provocou uma evasão em massa de cientistas da área, com uma taxa anual de 13% a 17%, desde 1992. (KUZNETSOV 1994).

O investimento governamental em P&D no período de existência da URSS destinava-se tanto à pesquisa básica e à educação quanto à pesquisa aplicada, mas a maior parte dos fundos

para pesquisa (variando entre 60% e 80%) era encaminhada aos ministérios industriais, onde P&D e inovação eram orientadas aos objetivos militares. (HOLLOWAY, 1984).

A Comissão Militar Industrial (*Voенно-Промышленнаиа Комисииа*) era a responsável por definir o volume e a composição da produção de armas, dispondo de aproximadamente 09% dos trabalhadores das áreas administrativa, técnica, científica e industrial da URSS (KATAYEV, 2001, apud LUCENA SILVA, 2015, p. 102).

O sistema de inovação soviético era constituído, basicamente, por três tipos de organização: institutos científicos, escritórios de projetos e unidades de pesquisa dentro das próprias indústrias.

Destas, os institutos de pesquisa eram a principal fonte de ideais para processos e produtos, mas desde uma ótica mais restrita, centrada em problemas técnicos específicos. (SEDAITIS, 2000, p. 154). Alguns institutos abarcavam toda a cadeia de desenvolvimento de produtos, dispondo de laboratórios, departamentos de projetos, instalações para teste e até pequenas fábricas para produção de protótipos, mas esses diferentes departamentos espalhavam-se por diversas cidades e, após o fim da URSS, passaram a residir em países diferentes. (SEDAITIS, 2000, p. 154). Contudo, KATAYEV (2001, p. 59) estima que 80% dos centros de P&D localizaram-se em território russo. Pequenos institutos dedicavam-se à pesquisa e ensino. O crescimento contínuo de pequenos institutos de pesquisa, entre 1962 e 1994, é atribuído, pela pesquisadora, a dificuldades econômicas: quando um instituto não dispunha de recursos para pagar seus funcionários permitia que eles estabelecessem seus próprios institutos de pesquisa e assim recebessem subsídios do governo. (SEDAITIS, 2000, p. 155).

Apesar do Ministério da Defesa demandar sempre a maior quantidade de armas possível, os investimentos em capital não eram suficientes para satisfazer a demanda: pelo menos 36% do maquinário já tinha operado por mais de dez anos (LUCENA SILVA, 2015, p. 101).

Como agravante, a cultura de sigilo e confidencialidade que envolvem o meio militar levou a que unidades em uma mesma cadeia de desenvolvimento fossem organizadas administrativamente em separado e suas atividades em relação de concorrência umas com as outras, prejudicando seriamente as possibilidades de intercâmbio entre os especialistas e limitando o feedback crítico a jusante do fluxo produtivo. (EVANGELISTA, 1988).

É importante salientar como o sistema político soviético se distinguia dos sistemas dos países capitalistas. Em um sistema de economia planificada e centralização estatal, as empresas soviéticas constituíam não somente unidades produtivas, mas também entidades políticas que atuavam como atores políticos, com representação no alto escalão do partido e do governo.

(SONIA BEN OUAGRAHAM, 2001). Os diretores das empresas eram, inclusive, escolha do governo. (LUCENA SILVA, 2015, p. 104). A indústria de defesa foi priorizada desde o início do processo de industrialização russo, deslocando recursos de outros setores como agricultura, óleo e gás. (LUCENA SILVA, 2015, p. 104).

Enquanto as indústrias civis de outros países se organizaram ante o surgimento de novas tecnologias (principalmente, em relação às mudanças tecnológicas oriundas de inovações em microeletrônica), as indústrias civis soviéticas ficaram estagnadas (GERASEV, 2001, p. 138). Lucena Silva (2015, p. 108) ressalta como o nível tecnológico da economia soviética, em meados dos anos 70, era muito inferior ao dos países da desenvolvidos. A manutenção dos níveis de produção da sua indústria de defesa provinha mais da renda advinda do petróleo do que dos resultados de sua produtividade (LUCENA SILVA, 2015, p. 108). Com o elevado percentual do PIB destinado à defesa, geraram-se fortes assimetrias em relação aos setores civis da economia. (LUCENA SILVA, 2015, p. 110).

O governo, acompanhando as reformas econômicas da gestão de Mikhail Gorbachev, que reduzia o orçamento militar a partir de 1989, determinou que 40% dos *outputs* do setor de defesa seriam destinados ao uso civil, proporção que aumentou para 46% em 1990 e para 60% em 1995. (LUCENA SILVA, 2015, p. 101). A partir de 1988, aumentaram as percentagens de P&D destinadas a melhorar a qualidade da produção civil, entre 25% e 28%. (LUCENA SILVA, 2015, p. 103).

No âmbito da CT&I, as divisões de pesquisa internas eram as organizações de P&D mais orientadas a resultados incrementais (avanços científico-tecnológicos). Antes da Segunda Guerra Mundial, as principais inovações norte-americanas vinham de divisões internas de P&D dentro de empresas privadas (MOWERY, 1992). Como parte integrante de uma empresa maior teoriza-se que esse tipo de organização de pesquisa tem um acesso diferenciado a recursos que facilitam arcar com os riscos associados a P&D: sua integração a um centro de produção reduz os custos de coordenação entre pesquisa e engenharia, possibilitando um processo de comercialização mais eficiente. (SEDAITIS, 2000, p. 157). Não obstante, Gaponenko (1995) assinala que apenas 6% dessas instituições introduziu alguma inovação nos primeiros anos da transição. Mas Gokhberg e Kuznetsov (1998) afirmam que essas divisões internas de P&D nas indústrias químicas e de minas passaram a liderar inovação nos primeiros anos da Rússia capitalista.

O primeiro ministro Yegor Gaidar, que assumiu em 1992 sob a presidência de Boris Yeltsin, iniciou reformas baseadas na ideia de conversão que permitiria reduzir os gastos militares e reorientar a capacidade produtiva para bens de consumo, transformando sua

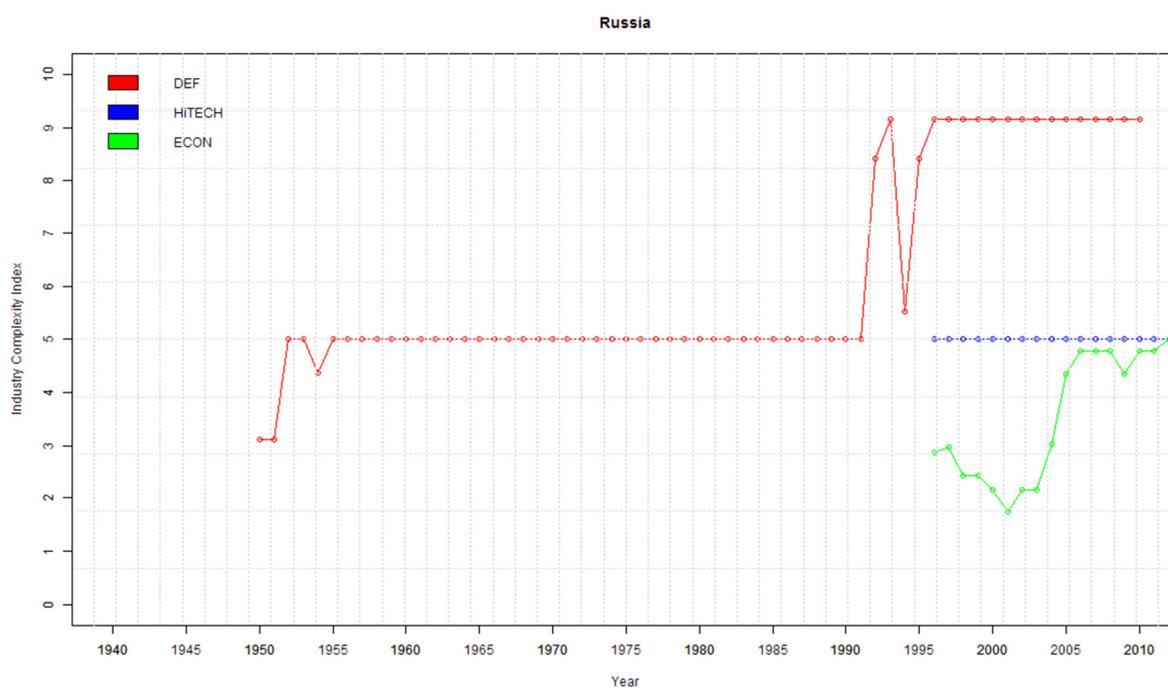
economia militarizada. (SHLYKOV, 2001). A integração da Rússia à economia mundial demandou também que os preços domésticos se ajustassem à prática internacional, tendo como consequência uma redução na produção de armas entre 75% e 80% (LUCENA SILVA, 2015, p. 109). Aliado a esse fato, entre 1992 e 1996 reduziu-se drasticamente a aquisição de produtos militares, afetando de maneira significativa a produção bélica. (LUCENA SILVA, 2015, p. 104).

O complexo industrial militar da Rússia recente recebe novo impulso com a administração de Vladimir Putin (como primeiro-ministro em 1999-2000 e em 2008-2012 e como presidente no período 2000-2008 e presidente atual, desde 2012). Desde 2001, a Rússia vem disputando o 1º lugar no ranking mundial de exportadores de armas com os EUA, superando este país em 2001, 2002 e em 2013. (MORAES, 2014). Logo após a nomeação de Putin como primeiro-ministro, é criada, em 2000, uma agência estatal única para controlar as exportações bélicas russas – a *Rosoboronexport* (ROE) – resultante da fusão entre a *Rosvooruzheniye* e a *Promexport*. (CLOUET, 2007).

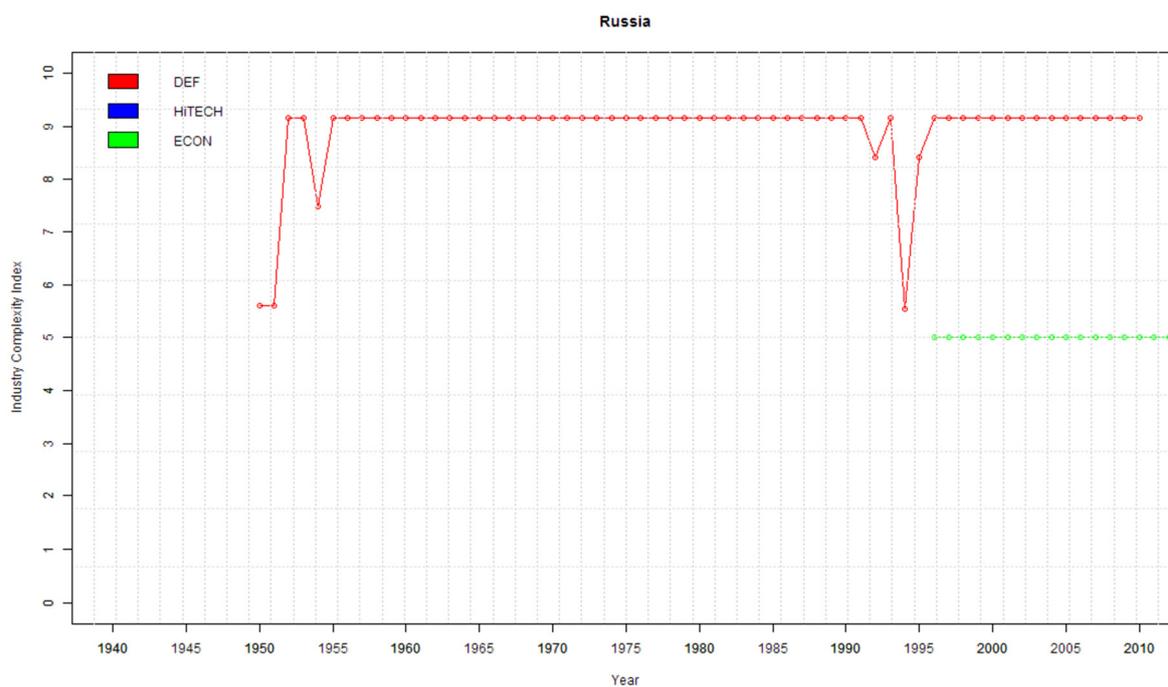
A indústria de defesa volta a ser vista como “a força motriz da alta tecnologia”. (CLOUET, 2007, p. 14). Desde o começo do século XXI “a posição da ID na política russa tem sido uma espiral ascendente” (LUCENA SILVA, 2015, p. 117).

Os dados para a Rússia da base UN Comtrade, que alimenta os indicadores **ECON** e **HighTech**, estão incompletos devido à quebra estrutural da série temporal com a separação da União Soviética e dos problemas apontados sobre o “SITC como informado”. A série, para essas duas complexidades, se inicia em 1996.

No entanto, é possível observar a redução do **DEF** a partir de 1990 nos gráficos da Rússia (com EUA) por valor monetário e por quantidade, em especial no cálculo por quantidade (Figura 52 e Figura 53), assim como o incremento da complexidade da indústria de defesa do país a partir do final do século XX e início do século XXI, que é visível em todos os gráficos (Figura 50, Figura 51, Figura 52 e Figura 53).



**Figura 50 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Rússia (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 51 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Rússia (sem EUA).  
Elaboração própria.**

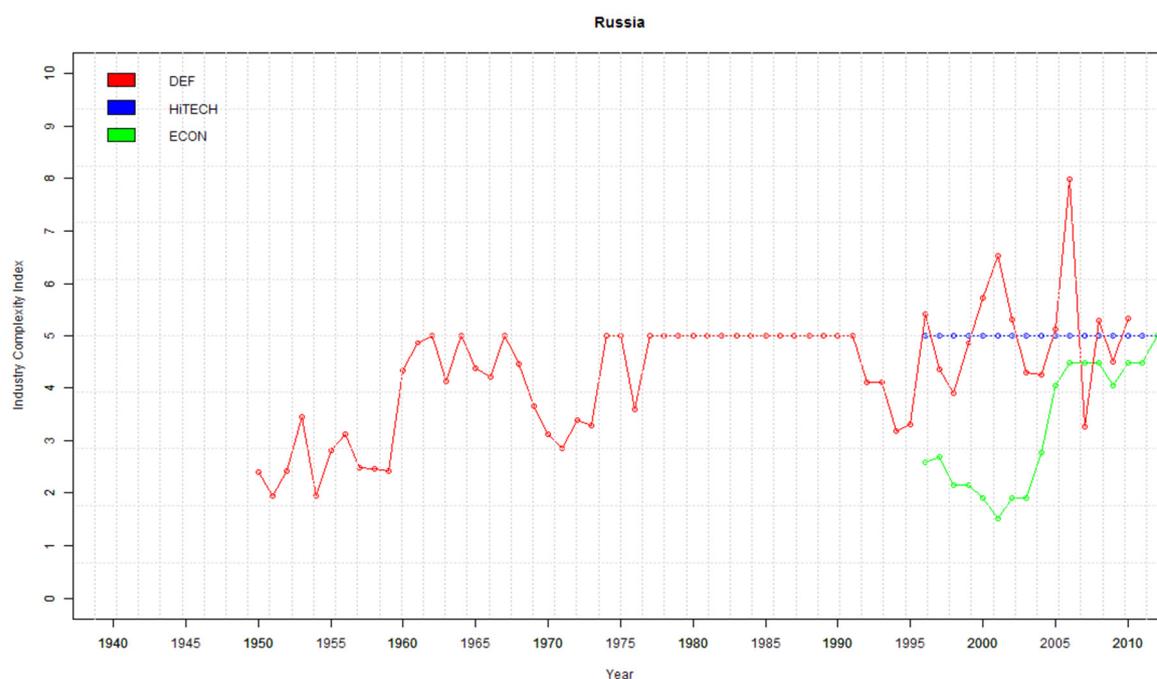


Figura 52 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Rússia (com EUA).  
Elaboração própria.

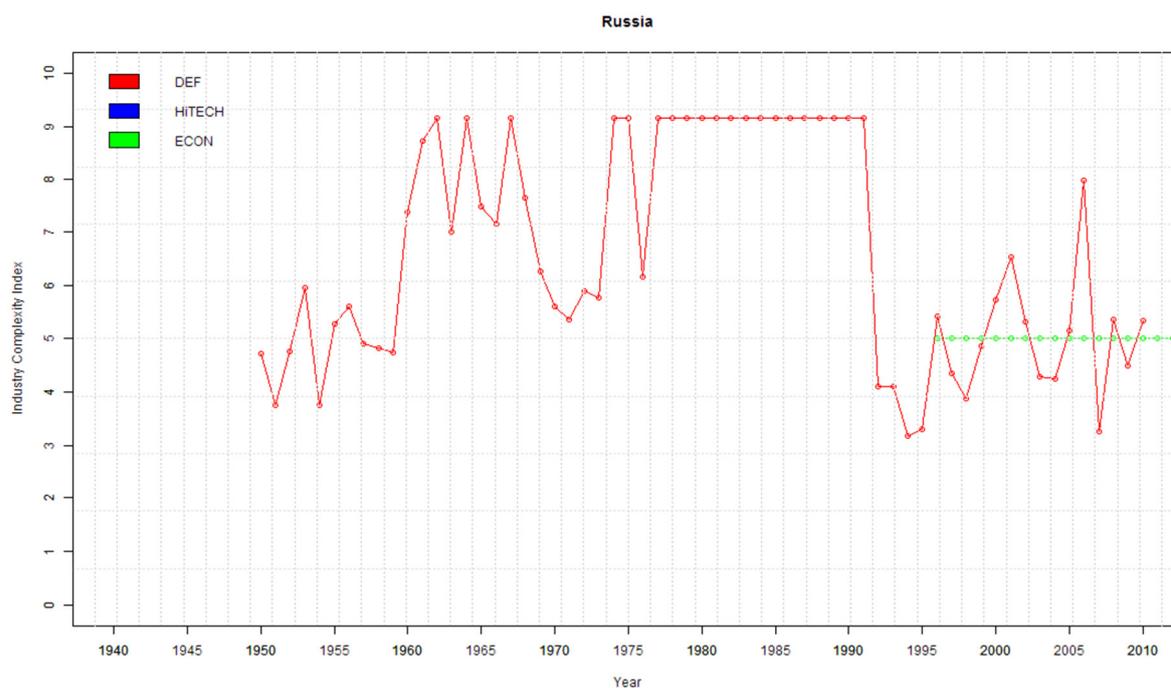


Figura 53 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para a Rússia (com EUA).  
Elaboração própria.

Porém, sua produção, mesmo financiada com dinheiro público, orienta-se mais para exportações do que para aparelhamento interno de suas Forças Armadas. (BYSTROVA, 2011, p. 14). Estima-se que, em 2004, a renda das vinte principais empresas bélicas russas dependia,

em cerca de 70%, de exportações. (CLOUET, 2007, p. 5). Nenhum dos três indicadores apresenta correlação entre 1996 e 2012:

Em termos de valor monetário, *ECON* (com e sem EUA) é crescente, igualando-se ao seu nível de *HighTech*, que é intermediário (5,0) em todos os cálculos (Figura 50, Figura 51, Figura 52 e Figura 53). *ECON* para quantidade já se situa no mesmo patamar que *HighTech*.

### 3.2.7 – China

A organização política chinesa é peculiar, combinando um sistema unipartidário com economia de mercado, dando lugar ao chamado “socialismo de mercado”. O Partido Comunista da China governa desde 1949, quando Mao Tsé-Tung proclama a criação da República Popular da China. Empresas mistas ou paraestatais<sup>96</sup> afiliadas a agências governamentais e instituições têm sido a estrutura dominante no mercado chinês, (FRANCIS, 2000, p. 168), inclusive no caso de companhias militares, cuja propriedade não é estatal, mas descentralizada (FRANCIS, 2000, p. 168).

Após o fim do regime maoísta, sob Deng Xiaoping, a China iniciou um processo de modernização econômica e administrativa em que as prioridades estratégicas nacionais transferem o foco da conjuntura de enfrentamento da Guerra Fria para o engajamento econômico (CHEUNG, 2009). Em termos mais amplos, a modernização visava tornar as empresas e instituições chinesas menos dependentes de subvenção do Estado, com a concorrência e as restrições orçamentárias promovendo uma alocação mais eficiente dos recursos. Em consequência, as reformas econômicas implicaram em grandes cortes orçamentais para toda uma variedade de instituições públicas, inclusive para os militares.

Inicialmente, o governo adotou uma postura de pouco envolvimento, incentivando que a indústria de defesa se convertesse para a produção civil a fim de preencher a lacuna deixada pela drástica redução nos gastos militares e, portanto, na compra de produtos bélicos. A partir de meados da década de 80, as autoridades passaram a ter um papel mais ativo na administração do processo de conversão que, de acordo com Francis (2000), supunha “reformular e converter o anteriormente unificado sistema de produção militar em um sistema civil-militar integrado de pesquisa científica em defesa nacional e de produção industrial militar”.

---

<sup>96</sup> São pessoas jurídicas privadas que não integram a estrutura da administração direta ou indireta, porém colaboram com o Estado no desempenho de atividades de interesse público, mas não exclusivas de Estado, de natureza não lucrativa (MAZZA, 2013).

Em sentido geral, a conversão inseria-se nas reformas voltadas a obter maior eficiência e produtividade na linha da modernização econômica. (BRÖMMELHÖRSTER e FRANKENSTEIN, 1997). Instituições e empresas com maior independência financeira diminuem o peso de sua manutenção pelo Estado, melhorando as receitas governamentais.

Os objetivos da conversão englobavam, além de uma orientação maior ao lucro, reforçar o uso de recursos e tecnologias específicas (como a militar) para fins mais amplos na área civil e comercial. (FRANCIS, 2000, p. 171). Por um lado, para fazer uso da capacidade produtiva excedente da indústria de defesa para apoiar o crescimento econômico da China e, por outro, a renda extra poderia ser utilizada para ajudar no financiamento da própria indústria de defesa e na modernização do setor (FRANCIS, 2000, p. 173, GURTOV e HWANG, 1998).

Como postulam os 16 logogramas<sup>97</sup> que foram adotados como política de estado (16-Character Slogan, CHEUNG, 2009):

1. Combinar as atividades civil e militar.
2. Combinar as preparações para a paz e para a guerra (para assegurar que a capacidade de engajamento militar não seja reduzida).
3. Dar prioridade aos produtos militares (para que P&D e produção militares sejam priorizados frente à interesses comerciais).
4. Deixar a produção civil fornecer suporte à produção militar.

De modo resumido, “salientando a produção econômica em tempos de paz e produção militar em tempos de guerra” (CHEUNG, 2009).

Em teoria, a conversão se aproveitaria dos níveis científico-tecnológicos da indústria militar para produzir itens civis de nível equivalente. No entanto, a maioria dos produtos civis fabricados inicialmente eram de baixa intensidade tecnológica, como ventiladores, roupa e calçados (SIPRI Yearbook, 1999).

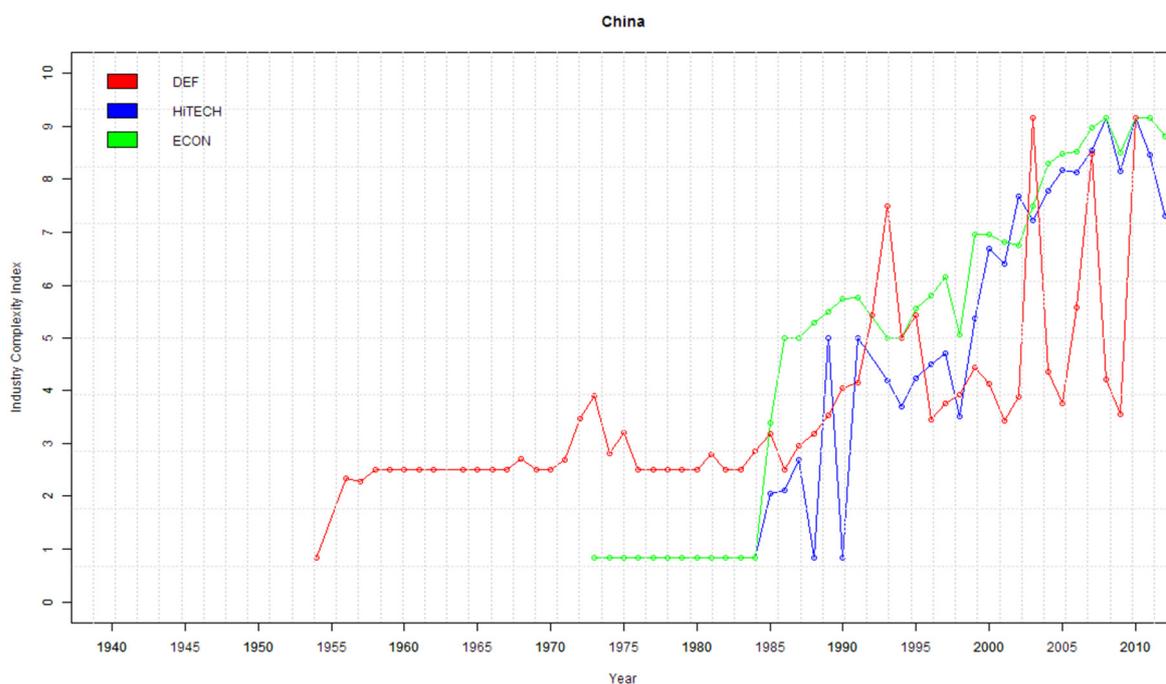
Nas duas primeiras décadas das reformas, 40% das empresas de defesa haviam migrado definitivamente para o setor civil, mais lucrativo na época e com uma demanda regular. Outros 40% se dividiram entre produção civil e militar, mas ante a dificuldade de muitas empresas em adaptar sua infraestrutura para a produção civil, criaram-se linhas de produção separadas, quando não fábricas inteiras, para atender ao mercado civil gerador de renda: alternativa que ganhou o apelido de “uma fábrica, dois sistemas” (CHEUNG, 2009).

No começo da política de conversão, no final dos anos 70, o governo chinês afirma que cerca de 8% do *output* de indústrias militares era em bens civis. Em meados da década de 90, a

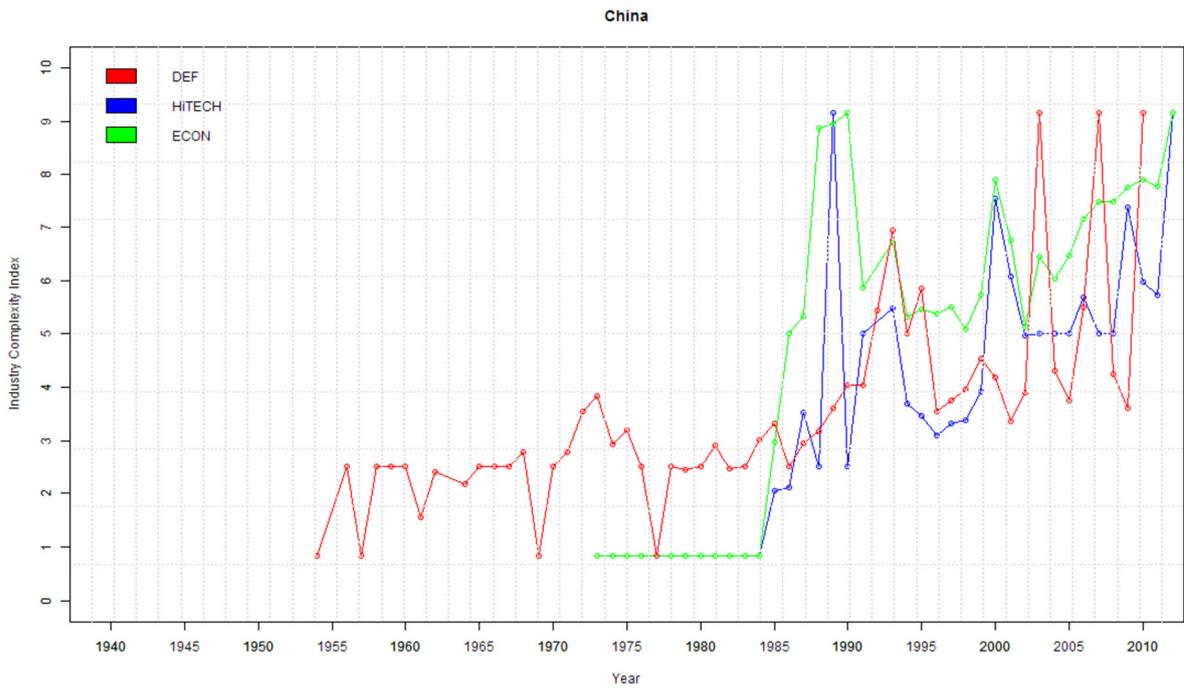
---

<sup>97</sup> Símbolos ou grafemas únicos que representam um conceito concreto ou abstrato, utilizados no sistema de escrita chinês.

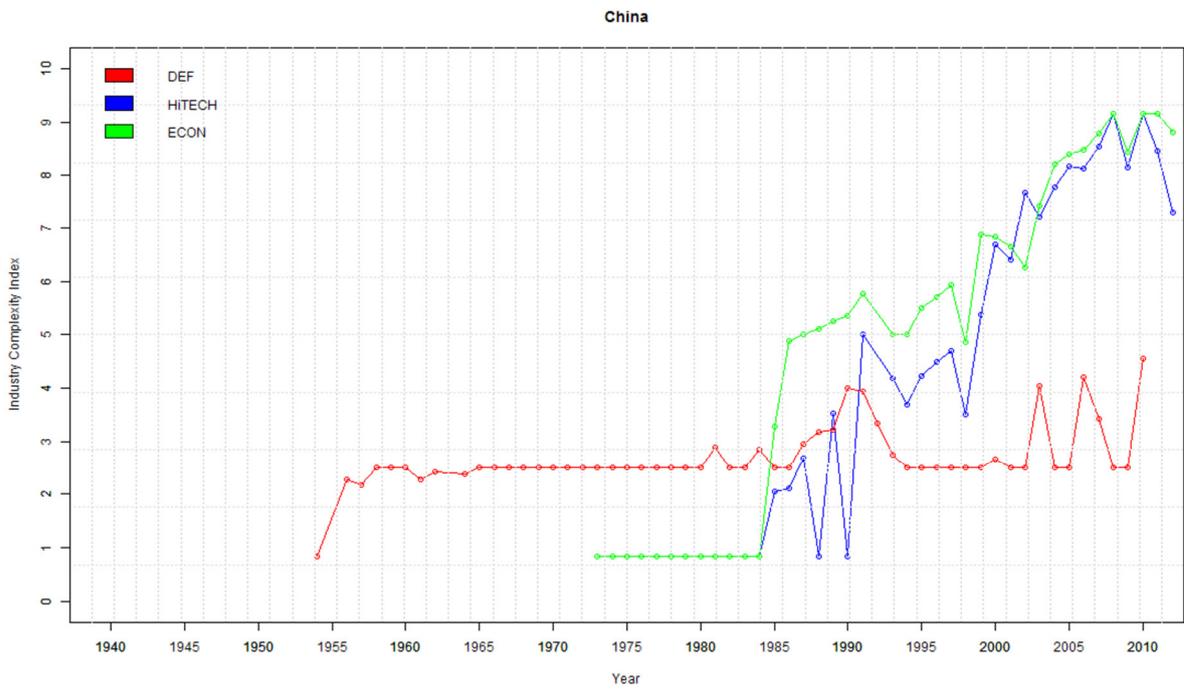
produção civil respondia já por aproximadamente 80% do *output*. (FRANKENSTEIN e GILL, 1996, p. 173). Não obstante, as estatísticas oficiais provavelmente não levam em consideração que boa parte da infraestrutura não era convertida, mas sim novas plantas de produção orientadas ao mercado civil (CHEUNG, 2009). Os indicadores *HighTech* e *ECON*, em todos os gráficos (Figura 54, Figura 55, Figura 56 e Figura 57), evidenciam o crescimento e diversificação da produção civil, efetivamente superando a complexidade da indústria de defesa na segunda metade dos anos 80.



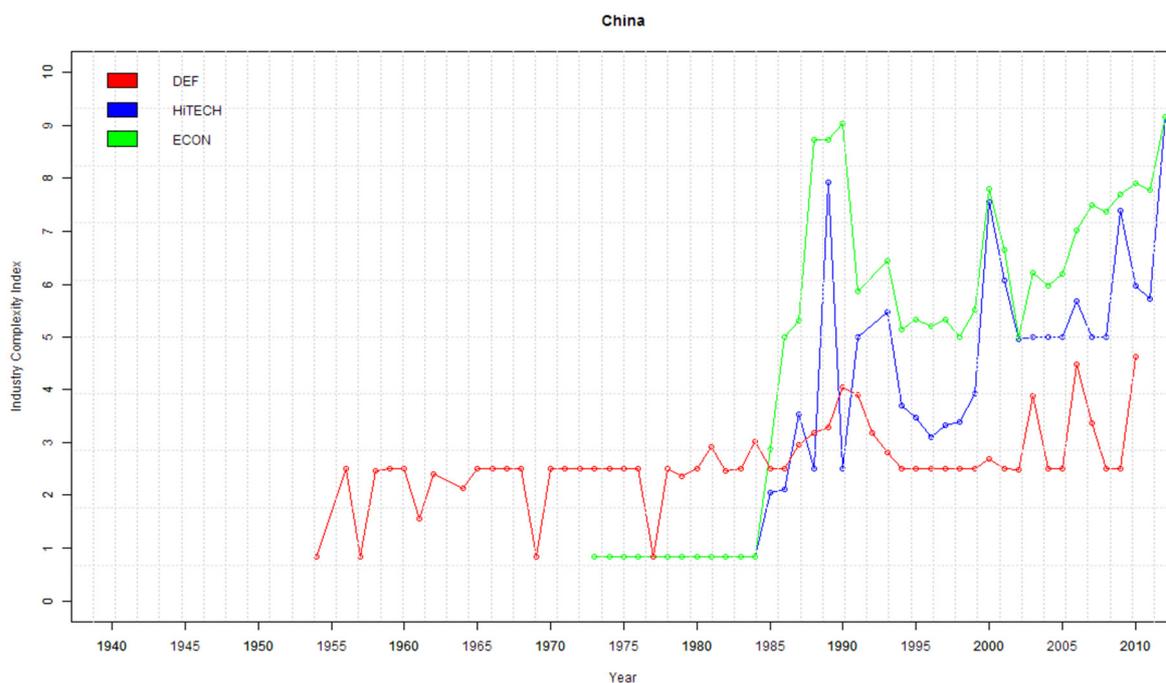
**Figura 54 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para China (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 55 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para China (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 56 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para China (com EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 57 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para China (com EUA).  
Elaboração própria.**

Em carta de 1986, alguns dos principais cientistas chineses instigaram maior apoio para P&D, argumentando que:

- a) Tecnologia é a peça-chave para o rápido desenvolvimento econômico;
- b) As aspirações chinesas de tornar o país uma potência mundial requerem que se construa sua própria base de alta tecnologia;
- c) A natureza essencial da tecnologia mudou nos anos 70<sup>98</sup> e o país perdeu o trem;
- d) A China precisa ajustar rapidamente sua base tecnológica para conformar essa nova realidade ou se arrisca a ficar presa de forma permanente em um status secundário, atrás do Japão e do Ocidente. (FEIGENBAUM, 1997, p. 378).

Conforme essa orientação, a renda extra da produção civil foi utilizada para financiar P&D militar adicional, para a modernização da indústria, para aquisição de material bélico avançado no exterior, treinamento, entre outros (FRANCIS, 2000). Por exemplo, os lucros da produção de energia nuclear civil auxiliaram no financiamento de pesquisa militar em fusão nuclear e grandes reatores (FRANCIS, 2000).

<sup>98</sup> Nos anos 70 e início dos anos 80, profundas mudanças tecnológicas, particularmente na área de microeletrônica, aliadas à introdução de novos players e de concorrência global que modificaram o comportamento dos consumidores (SCHÖN, 2008).

Na década de 90, passa a ser incluída nos planos quinquenais de desenvolvimento, com disponibilização de auxílio financeiro para projetos-chave e apoio as empresas convertidas na identificação de mercados, publicidade de produtos e obtenção de recursos (FRANCIS, 2000).

Em 1992, Deng Xiaoping, em visita à região do sul da China, sinalizou suas intenções de revigorar as reformas econômicas para aprofundar sua inserção na economia de mercado mundial. Embora sucederam-se novos cortes orçamentários, os negócios das empresas de defesa cresceram rapidamente a partir de então. (FRANCIS, 2000, p. 170). Estima-se que 1/5 da renda total do setor seja proveniente das suas atividades comerciais (FRANCIS, 2000, p. 170).

A indústria de eletrônicos foi uma das mais rápidas conversões. (FRANCIS, 2000, p. 173). Entretanto, a autora encontrou evidências de *crowding out* em áreas em que os militares desfrutavam de uma posição monopolística (FRANCIS, 2000, p. 190). Também foram identificados desequilíbrios de mercado (como subsídios e redução de impostos que favorecem empresas bélicas) contribuindo para a permanência no mercado de firmas não lucrativas a custo das firmas exitosas. (LATHAM, 1997).

De acordo com o diretor da Comissão Estatal sobre Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional (COSTIND), entre 1993 e 2001, a indústria de defesa em termos agregados teve perdas líquidas. (MEDEIROS et al. 2005, p. 08). Nos gráficos para valor monetário e para quantidade (sem EUA, figuras 55 e 56), é visível a ascendência dos níveis de **DEF**, com um pico iniciando-se na metade dos anos 80 e ponto mais elevado em 1992 e a posterior redução entre 1993 e 2001. Nos gráficos em que insere a presença norte-americana (Figura 56 e Figura 57), se vê uma breve elevação da complexidade de defesa, entre 1986 e 1993 (beneficiada pela Guerra Irã-Iraque, entre 1980 e 1988, em que a China vendeu armamentos para ambos os lados) e a redução aos níveis anteriores à 1985 com a competição no mercado com o desmantelamento do aparato militar da União Soviética e a pressão de outros governos para a China limitar suas vendas para países como Irã, Síria e Iraque (CHEUNG, 2001).

Embora a conversão direta da indústria de defesa tenha beneficiado os setores civis (LUCENA SILVA, 2015, p. 109), não se deve confundir essa estratégia com o *spin-off*. A conversão consiste “em medidas políticas, econômicas e técnicas para assegurar a transformação ordenada de trabalho, maquinaria e outros recursos econômicos, utilizados no momento para fins militares para usos civis alternativos. (GURTOV, 1993). Isto é, haveria uma realocação dos recursos da produção militar para a produção civil.

Ainda que a intenção inicial fosse de reconversão para produção bélica quando necessário, no décimo plano quinquenal do governo, no começo dos anos 2000, o foco passa a

ser o desenvolvimento de tecnologias de uso-dual e o fomento de *spin-ons* (CHEUNG, 2009), estipulando:

1. Combinar necessidades civis e militares.
2. Identificar potencial militar nas competências civis.
3. Promover a coordenação e a cooperação.
4. Conduzir inovação de modo independente.

Com as crises financeiras do começo do século XXI, que levaram à desaceleração da economia mundial, os chineses atribuíram à inovação doméstica o caminho para manter altas taxas de crescimento e se fortalecer contra os choques externos. (XUEYONG, 2010). Em torno dos anos 2000, observa-se, para todos os gráficos de complexidades da China (Figura 54, Figura 55, Figura 56 e Figura 57), a mudança de patamar (superior à 5,0) para sua complexidade industrial total (*ECON*) e sua complexidade da indústria de alta tecnologia (*HighTech*). A *DEF* também apresenta tendência crescente, mais evidente para os cálculos sem EUA (Figura 54 e Figura 55). Se observa forte correlação entre o *ECON* e o *HighTech*. Grandes elevações nesses dois indicadores precedem elevações no *DEF*, condizendo com a ideia de que a renda extra proveniente da conversão poderia ser aproveitada na modernização do setor de defesa.

Essa ascensão das complexidades continua ao longo dos últimos quinze anos, com o maior crescimento observado para os países e período analisados, alcançando valores próximos à 9,0. Uma das áreas que alcançou maior desenvolvimento foi a da indústria espacial, com investimentos para aperfeiçoar suas capacidades militares e civis. Em 2010, a China realizou tantos lançamentos ao espaço quanto os EUA, ficando somente atrás da Rússia. (LUCENA SILVA, 2015, p. 186).

Todavia, relatório da CBB International (China Beige Book, 2015) indica, em 2015, uma deterioração da situação econômica chinesa, com redução nos níveis de crescimento, cujo desenrolar ainda é incerto.

### 3.2.8 - Israel

O Estado de Israel surge, oficialmente, em 14 de maio de 1948 (através da Declaração de Independência do Estado de Israel), após o término do Mandato Britânico<sup>99</sup> da Palestina (1922-1948) estabelecido pela Liga das Nações<sup>100</sup>.

A indústria de defesa israelense, em seu início, caracterizou-se por organizações e firmas, em sua maioria, de propriedade governamental, com uma divisão de P&D dentro do Ministério de Defesa (Rafael, que posteriormente se tornaria a segunda maior empresa bélica de Israel<sup>101</sup>).

Após a Guerra dos Seis Dias<sup>102</sup>, em 1967, seguiu-se rápido crescimento econômico (bastante pronunciado nos gráficos sem EUA) que serviu de base para o crescimento da indústria de defesa e da indústria de alta tecnologia das duas décadas seguintes (DVIR e TISHLER, 2000, p. 197). De acordo com Dvir e Tishler (2000, p. 196) a indústria bélica progrediu de fabricação de armas leves e munição para a produção de sistemas de armas sob licença (principalmente de empresas francesas). Depois, passaram a modificar e melhorar sistemas de armas licenciados ou comprados de outros países. No final dos anos 60, início dos anos 70, Israel já possuía expertise para manufaturar sistemas de armas inteiramente novos. Empresas israelenses figuram entre as 100 maiores empresas de defesa do mundo (SIPRI, 2014).

Os conflitos na região, notadamente após a Guerra de Yom Kipur<sup>103</sup> (1973), impulsionaram a indústria de defesa israelense com o aumento da demanda interna; posteriormente estimulada pelo aumento das exportações de armas, entre 1976 e 1985. (LIFSHITZ, 1999). A partir de meados dos anos 80, contudo, o setor se estagna até o fim da Guerra Fria (DVIR e TISHLER, 2000, p. 196). O aumento da complexidade da **DEF** nos anos 60 e 70 e posterior estabilização é claro em todos os gráficos para Israel (Figura 58, Figura 59, Figura 60 e Figura 61).

---

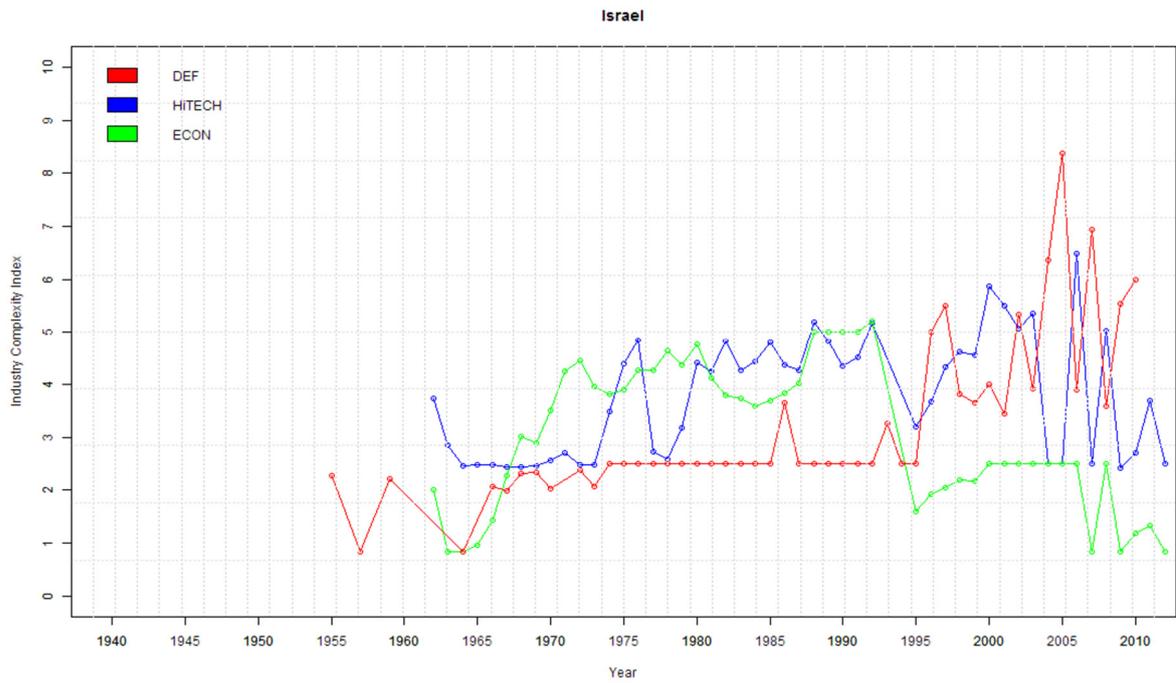
<sup>99</sup> Comissão legal para a administração dos territórios integrantes do Império Otomano (extinto em 1922), formalmente estabelecida pelo Conselho da Liga das Nações, em 24 de julho de 1922, e posta em vigor em 26 de setembro, 1963.

<sup>100</sup> Liga ou Sociedade das Nações foi uma organização internacional instituída em 1919 pelo Tratado de Versalhes (tratado que determinou os termos de paz no encerramento oficial da Primeira Guerra Mundial) com o objetivo de preservar a paz e mediar conflitos internacionais. Foi autodissolvida em 1946, transferindo suas responsabilidades para a recém-criada Organização das Nações Unidas (ONU).

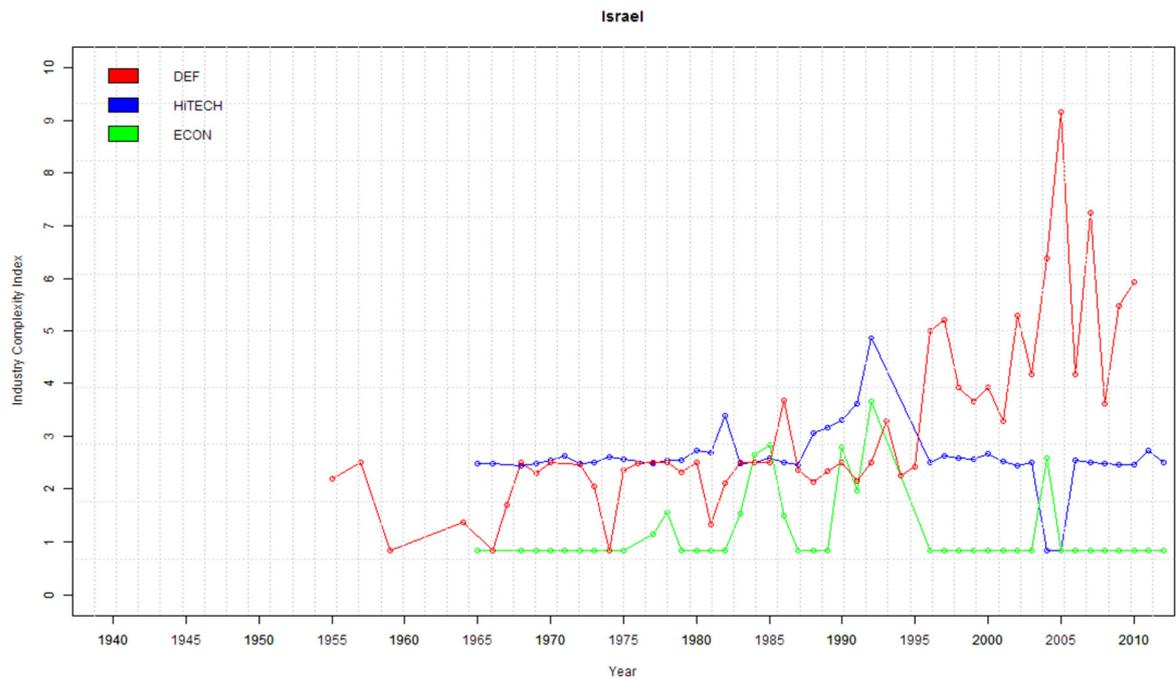
<sup>101</sup> Material de divulgação, Rafael Advance Defense Systems – LTD, disponível em [www.rafael.co.il/Marketing/199-en/Marketing.aspx](http://www.rafael.co.il/Marketing/199-en/Marketing.aspx), acessado em setembro de 2015.

<sup>102</sup> Conflito armado entre Israel e os Estados Árabes da Jordânia, Egito e Síria, nos primeiros dias de junho de 1967.

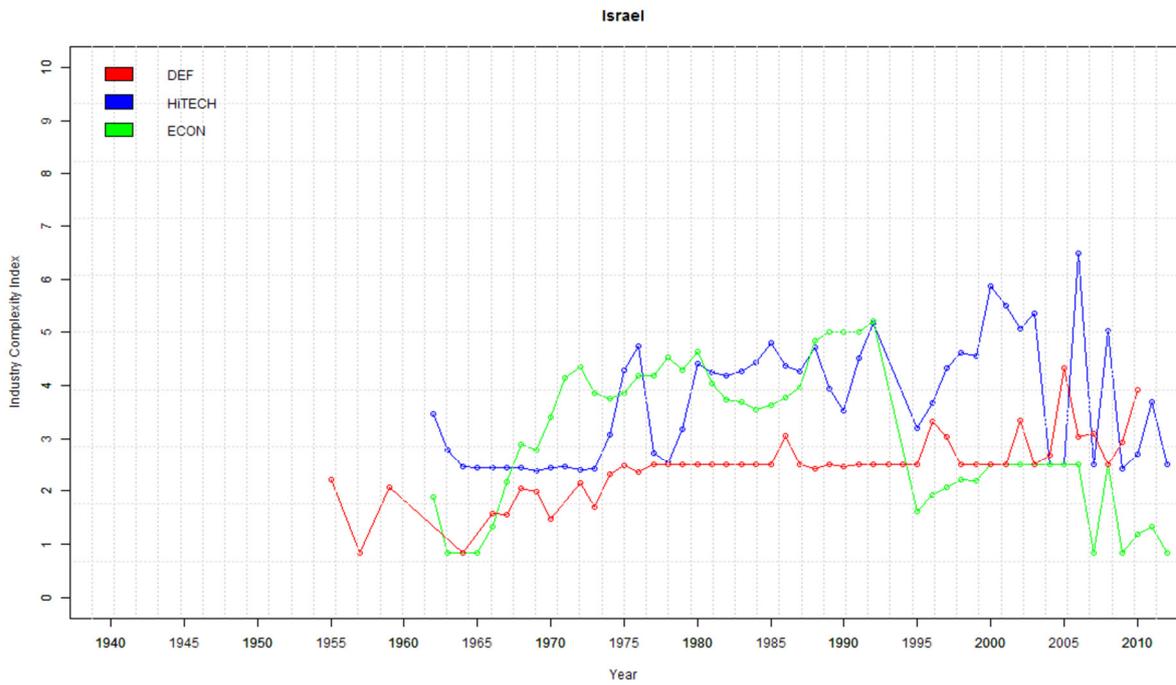
<sup>103</sup> Conflito armado entre uma coalizão de estados árabes, liderados por Egito e Síria, contra Israel, que se estendeu de 6 de outubro a 26 de outubro de 1973.



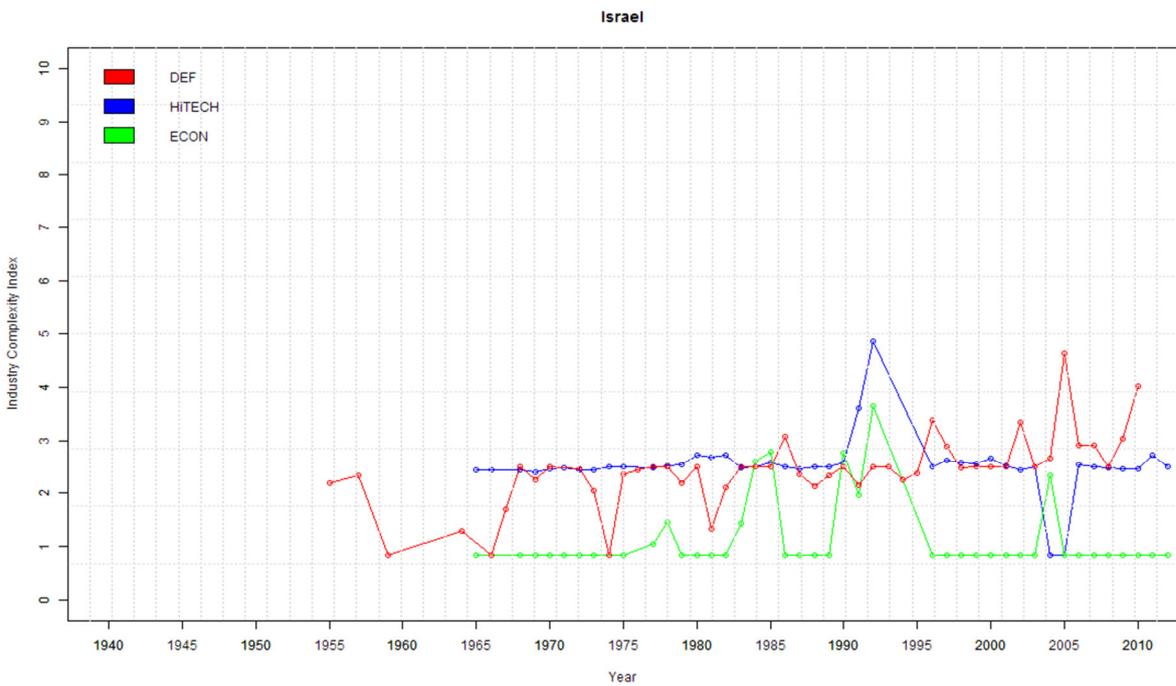
**Figura 58 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Israel (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 59- Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Israel (sem EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 60 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com valor monetário para Israel (com EUA).  
Elaboração própria.**



**Figura 61 - Indicadores de Complexidade Industrial de acordo com quantidade para Israel (com EUA).  
Elaboração própria.**

Novo acirramento dos conflitos na região, em especial com a Segunda Intifada<sup>104</sup> (2000) e a Segunda Guerra do Líbano<sup>105</sup> (2006), reavivaram a indústria de armamentos, com elevado incremento de sua complexidade (**DEF**) observável principalmente nos cálculos sem EUA (Figura 58 e Figura 59 acima).

Os elevados investimentos em P&D pelo Ministério de Comércio e Indústria promoveram a proliferação de alta tecnologia nas firmas civis, particularmente em eletrônica, aviação, ótica e computação, impulsionando as exportações de alta tecnologia (DVIR e TISHLER, 2000). As firmas israelenses têm capacidade técnica em uma vasta gama de tecnologias: computadores, eletrônicos, eletro-óptica, aeronáutica, metalurgia e engenharia mecânica, engenharia química, engenharia de software, entre outros. (DVIR e TISHLER, 2000, p. 197). É possível observar que os níveis de complexidade **HighTech** se mantêm, mesmo com decréscimo do **ECON**, devido aos incentivos do governo. A indústria **HighTech** é a de melhor desempenho em termos de complexidade por valor monetário ao longo do período (Figura 58 e Figura 60). Nos cálculos sem os EUA (Figura 58 e Figura 59), não obstante, o aumento expressivo do **DEF** supera o **HighTech**. Considerando a complexidade em termos de quantidade e não valor monetário (Figura 59 e Figura 61), **DEF** e **HighTech** situam-se em um mesmo patamar, no entanto, sem apresentar correlação.

Levando-se em consideração que defesa constitui uma proporção considerável da indústria total do país (LIFSHITZ, 1999), as externalidades pressupostas pelo *spin-off* deveriam ser visíveis para Israel. Notadamente, os níveis de **DEF** e **ECON** apresentam tendências opostas (Figura 58, Figura 59, Figura 60 e Figura 61).

Conclusões de estudos prévios sobre o impacto da indústria de defesa na economia do país são variadas. Dvir e Tishler (2000, p. 202) argumentam que muitas das inovações civis tiveram origem em P&D militar. O tamanho reduzido da economia do país, aliado ao pequeno número de escolas de engenharia e a prevalência do serviço militar entre os cidadãos, propiciou um estreito relacionamento entre as Forças Armadas e a indústria bélica, criando condições favoráveis para o desenvolvimento de armas específicas para o ambiente do Oriente Médio. (DVIR e TISHLER, 2000, p. 202). Muitas empresas israelenses dedicam-se também à fabricação de produtos de uso dual: pastilhas de silício, sistemas de reconhecimento de voz,

---

<sup>104</sup> Designa o conjunto de eventos que marcou o movimento de revolta civil palestina contra a política administrativa e a ocupação israelense na região da Palestina, com a deflagração de uma série de violentos confrontos entre ambos os lados com grandes perdas civis, entre 2000 e 2005.

<sup>105</sup> Conflito armado entre Israel, o braço armado do Hezbollah (organização política e paramilitar fundamentalista islâmica) no sul do Líbano entre julho e agosto de 2006.

equipamento de satélite, equipamento laser, são vendidos tanto para consumidores civis quanto militares (DVIR e TISHLER, 2000, p. 201).

Contudo, Hougi e outros (1998) atestam que a comercialização de tecnologias de defesa em geral resultou em fracasso. Dvir e Tishler (2000, p. 201-202) consideram que a indústria de defesa liderou o desenvolvimento tecnológico da indústria israelense nos anos 60 e 70, mas a tendência foi de que a indústria civil assumisse a liderança, após esse empurrão inicial, exceto em tecnologias militares muito específicas. Opinião corroborada por outros estudos. (MOS, 1996/7, TEOBAL, 1993). Os autores atribuem à qualificação e treinamento de funcionários que migraram da indústria bélica para a civil, os casos específicos em que houve *spin-off*. “Quase toda a transferência de tecnologia da defesa para o setor civil pode ser atribuída a indivíduos. (DVIR e TISHLER, 2000, p. 202).

## ▪ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acontecimentos históricos que acompanharam o progresso científico e tecnológico durante o século XX – em especial a Primeira e Segunda Guerras Mundiais e Guerra Fria – contextualizaram as políticas públicas de inovação de várias economias avançadas, notadamente, os principais países produtores de armas.

O desenvolvimento de inovações militares de ampla aplicação nas indústrias civis, como a fibra ótica, a liga de titânio, o micro-ondas e a internet, motivou a associação teórica entre defesa e progresso científico e tecnológico; sustentada pela conjuntura internacional da Guerra Fria, que foi marcada por uma corrida armamentista transformada em corrida pela superioridade científica e tecnológica (KALDOR, 1981).

Nesta tese, apresenta-se uma teoria do *spin-off* a partir de uma extensa discussão acerca de sua conceituação e epistemologia. Verifica-se que o *spin-off*, evolui de um fenômeno histórico para uma ideia, uma teoria e, eventualmente, um paradigma de inovação (DAGNINO, 2010). Contudo, a revisão de estudos empíricos sobre o tema ressalta a ausência de coesão nos resultados de modo que embasassem, de forma inequívoca, essa associação. Conforme apresentado na Figura 4 (página 49), pouco mais de um terço dos trabalhos levantados apontam impacto negativo da defesa sobre o desempenho econômico e desenvolvimento científico e tecnológico. Aproximadamente um quinto encontra uma relação positiva, outros 11% uma relação neutra e mais 15%, não linear. Os demais (16%) tratam da direção causal com resultados variados.

Após o fim da Guerra Fria, não há mais a presença de um inimigo com tecnologia bélica avançada que deva ser enfrentado com gastos militares crescentes (REPPY, 2000), acentuando o debate sobre a validade do *spin-off*. No contexto político brasileiro, essa discussão torna-se ainda mais importante uma vez que o *spin-off* é utilizado como argumento científico para a formulação de políticas públicas de defesa.

Com base na conceituação teórica do *spin-off*, é possível delimitar três premissas principais que permeiam a literatura sobre o tema:

- 1) Inovações originadas no âmbito militar têm significativas aplicações no âmbito civil.
- 2) Essas aplicações teriam um impacto positivo no desenvolvimento científico-tecnológico representando uma aceleração na curva da inovação.
- 3) O setor militar, por não seguir a lógica do mercado, permite uma mobilização não encontrada no âmbito civil.

Dessas premissas, pode-se deduzir que o aumento do nível científico-tecnológico da indústria de defesa eleva o nível científico tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo.

A validade dessa proposição ou sentença pode ser comprovada na análise das complexidades da indústria de defesa (*DEF*), da indústria como um todo (*ECON*) e na indústria de alta tecnológica (*HighTech*) dos países com presença abundante da variável independente, que é a elevada complexidade da indústria de defesa. Assim sendo, foram formulados indicadores baseados em lógica *fuzzy* para aferir os níveis de complexidade, cujos resultados estão expostos da Figura 27 a Figura 61. Prosseguiu-se com o estudo dos Sistemas Nacionais de Inovação e da evolução histórica das indústrias avaliadas.

O posicionamento dos Estados Unidos como principal fabricante mundial de uma variedade de sistemas de defesa e líder mundial em tecnologia militar, dispendo, ainda, do maior mercado interno mundial de produtos bélicos e de um entorno político e legal favorecedor (FLAMM, 2000; REPPY, 2000; BRUSTOLIN, 2014) o coloca nas melhores circunstâncias possíveis para que os efeitos previstos pelo *spin-off* sejam observáveis. De fato, sua experiência histórica inspirou o estabelecimento teórico de uma relação causal entre defesa, em especial P&D militar, e a “alavancagem da fronteira do conhecimento” (BRUSTOLIN, 2014). Todavia, o país apresenta os dados mais inesperados: tendência decrescente, especialmente a partir de 1990, do *ECON* e do *HighTech*, em contraposição aos seus níveis de *DEF* notoriamente altos (Figura 30 e Figura 31). Diversos estudos corroboram esses achados: Kaldor (1981), Lichtenberg (1988, 1995), Alic e outros (1992), Gansler (1995), Bernstein e Mohnen (1998), Ruttan (2006), entre outros.

Segundo Reppy (2000, p. 5), os antigos símbolos da hegemonia militar – tanques, navios de guerra, bombas - estão perdendo relevância na segurança nacional para tecnologias mais “enraizadas” na indústria civil do que no militar. Os conflitos atuais, como o combate ao terrorismo e a cyber guerra, colocam mais peso em tecnologias de liderança civil, como armazenamento, manipulação e transmissão de dados. Nos dias de hoje, o *offshoring* tem o potencial de dificultar ainda mais a transferência de conhecimento entre os setores militar e civil nos Estados Unidos.

Para Serfati (2000, p. 80), a correlação entre ciência, tecnologia e economia e a emergência da “*Big Science*”<sup>106</sup>, após a II Guerra Mundial, se deve mais a uma orientação

---

<sup>106</sup> Termo utilizado em História da Ciência e por cientistas para designar alterações na pesquisa científica nos países industrializados após a Segunda Guerra Mundial, como a ênfase em projetos de grande porte e o financiamento governamental.

organizacional do que por fatores tecnológicos ou econômicos. Freeman e Soete (1997) vão além e atribuem a ênfase excessiva em *Big Science* e tecnologia aos interesses privados de instituições militares e de P&D. Se o modelo norte-americano é um subproduto de políticas de defesa que privilegiaram a supremacia tecnológica ou se é o resultado de uma política consciente para fundamentar a política industrial em investimentos em tecnologia militar, a priorização da indústria de defesa deu origem à um sistema de inovação simultaneamente ampliado por altos níveis de financiamento governamental e distorcidos pelas demandas militares (REPPY, 2000, p. 15).

Porém, o indicador **DEF** não reflete inteiramente a indústria de defesa, por contabilizar não a produção total, mas o comércio internacional, introduzindo um fator complicador à análise. As exportações de armamentos do país são limitadas por considerações estratégicas de defesa e segurança. Medidas de controle às exportações (cerceamento tecnológico) afetam a indústria de defesa, mas também as indústrias civis, principalmente em tecnologias críticas como, por exemplo, a tecnologia nuclear, reduzindo a abrangência dos resultados aqui apresentados. Embora seja uma mensuração parcial, permanece indicativa de parte substancial da capacidade produtiva da ID. O cerceamento não é generalizado e a reestruturação causada pelo fim da Guerra Fria motivou uma integração maior com os aliados europeus. Conforme estudo de Bitzinger (2009, p. 81), entre 1993 e 2005, a Europa respondeu por 46,9% do valor dos contratos de exportações de armas dos EUA e 65% do valor dos acordos de *offset*, seguida pela Ásia, que alcançou na segunda posição em ambos os rankings.

Note-se que os Estados Unidos são corretamente representados por este indicador como o maior produtor de armamento e o país com maior nível científico e tecnológico da indústria de defesa. Em relação à sua indústria de alta tecnologia, aparece, de forma inequívoca, a estreita relação entre HighTech e **ECON** (Figura 30 e Figura 31), conforme propõe a perspectiva schumpeteriana de inovação como motor do crescimento.

No Reino Unido, a reorientação da indústria de defesa, com crescente utilização de produtos comerciais (*off-the-shelf*), caracterizando *spin-on*, é observável no cálculo por valor monetário (com os EUA, figura 37), onde as três complexidades caminham em consonância a partir de meados dos anos 80, com a **ECON** e a **HighTech** em níveis superiores à **DEF**.

O peso atribuído pela França ao desenvolvimento de tecnologia militar no pós-Segunda Guerra também é visível nos resultados. Entre 1950 e 1955, evidencia-se a mobilização da indústria de defesa francesa durante a Primeira Guerra da Indochina, de modo mais pronunciado para os cálculos sem os EUA (Figura 38 e Figura 39), mas também presente nos demais gráficos (Figura 40 e Figura 41). Identifica-se um aumento expressivo do **DEF** no cálculo por valor

monetário e por quantidade sem os EUA a partir dos anos 60 (Figura 38 e Figura 39). No auge da Guerra Fria, os valores de **DEF** do país se aproximam dos valores dos EUA, como aponta o gráfico comparativo de **DEF** para os países analisados (**Error! Reference source not found.**). Porém, Serfati (2000) assinala fraca transferência de conhecimento entre a indústria civil e a militar. Mudanças em políticas públicas de financiamento de P&D e a redução nos gastos militares a partir de 1992 aparecem no resultado dos indicadores: um aumento gradual do **HighTech** (valor monetário com e sem EUA, Figura 40 e Figura 38) e a forte redução do **DEF** (com EUA, Figura 40 e Figura 41). Observa-se estreita relação entre **ECON** e **HighTech**, mas não entre ambos e **DEF**.

Alemanha e Itália se beneficiaram com a maior integração europeia em termos de indústria de defesa decorrente da reestruturação mundial do setor, visível no aumento dos seus níveis de **DEF** (Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49). Quanto à indústria de alta tecnologia alemã, o indicador **HighTech** reflete como o país não se atualizou frente às mudanças tecnológicas dos anos 70 (Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Figura 45). Os níveis científico-tecnológicos de sua indústria de defesa e de sua indústria de alta tecnologia são contrastantes. O sistema de inovação italiano caracteriza-se por um desequilíbrio entre o sistema de inovação principal (ineficiente) e os sistemas de inovação locais (com melhores resultados), observado na flutuação do **HighTech** entre um patamar baixo e um intermediário (Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49). Os indicadores de complexidade para a Itália não mostram correlação evidente (páginas 141 e 143).

Dentre os países analisados, o desempenho chinês é o melhor. Políticas governamentais de incentivo à inovação e a política de conversão são refletidas nos indicadores **HighTech** e **ECON**, com crescimento acentuado em todos os gráficos, efetivamente superando a complexidade da indústria de defesa na segunda metade dos anos 80 (Figura 54, Figura 55, Figura 56 e Figura 57). A conversão implica na realocação de recursos previamente utilizados na produção bélica para a produção civil. No *spin-off*, a indústria de defesa, em suas ações de P&D e de produção de armamento, gera inovações que, por sua vez, são apropriados pelos setores civis. A motivação principal é a segurança, a proteção. O aparecimento de *spin-offs* pode ser considerado como um benefício inesperado das atividades de P&D militar (MELESE, RICHTER e SOLOMON, 2015). De modo condizente com a ideia de que a renda extra proveniente da conversão poderia ser aproveitada na modernização da indústria de defesa, picos nos indicadores **ECON** e **HighTech** antecedem picos no **DEF**, isto é, os setores civis alavancam os de defesa (Figura 54, Figura 55, Figura 56 e Figura 57). Também se observa forte correlação entre **ECON** e **HighTech**.

A indústria de defesa israelense tem um peso considerável na indústria como um todo do país (LIFSHITZ, 1999), pelo que os efeitos previstos pelo *spin-off* deveriam ser visíveis no caso de Israel. Todavia, os índices **DEF** e **ECON**, apresentam tendências opostas (Figura 58, Figura 59, Figura 60 e Figura 61), Acirramento dos conflitos entre israelenses e árabes dinamiza o setor bélico do país, mas isto não se traduz em maior complexidade econômica. Não obstante, levando em consideração o tamanho do país, a indústria de alta tecnologia tem um desempenho considerável, com o país destacando-se em eletrônica, aviação, ótica e computação (DVIR e TISHLER, 2000). **DEF** e **HighTech** também não apresentam correlação visível.

Historicamente, nos oito países estudados, o P&D militar foi privilegiado nos gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento. (ERGAS, 1987; GOMETI e REPPY, 1988; BALL, 1988, apud REPPY, 2000, p. 4). Tais países possuem as maiores e mais avançadas indústrias de defesa do mundo do ponto de vista tecnológico, respondem por, aproximadamente, 85% da produção mundial de armamentos e dominam o P&D militar global. (BITZINGER, 2009, p. 2 e 3).

Contudo, as evidências apontam para a hipótese alternativa desta pesquisa, de que “o aumento do nível científico-tecnológico da indústria de defesa não implica na elevação do nível científico-tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo”. Isto é, não se observa uma associação direta entre o **DEF** e as demais complexidades, enquadrando-se este resultado na faixa azul de estudos sobre defesa e crescimento (Figura 4), os que não encontram efeitos ou os efeitos positivos e negativos se anulam. Isto não é afirmar que a indústria de defesa não seja uma indústria inovadora, mas sim que não se observa uma apropriação civil sistemática e generalizada do nível científico e tecnológico dessa indústria para os países de economia avançada, examinados nesta tese. Em outras palavras, se há um efeito, sua intensidade não é condição necessária e suficiente para alterar a trajetória dos demais indicadores, **ECON** e **HighTech**. Não se exclui, entretanto, a possibilidade de que países em outros contextos se beneficiem da apropriação civil de inovações militares com maior intensidade a ponto de alterar, positivamente, o curso de seu nível científico e tecnológico da indústria de alta tecnologia e da indústria como um todo.

Partindo da concepção de sistema nacional de inovação, as especificidades históricas, culturais, geopolíticas, institucionais restringem tentativas de imitação ou cópia de modelos de inovação de outros países. Inovação não é vista, de acordo com essa perspectiva, como uma receita em que se combina uma lista de ingredientes em um processo inteiramente detalhado e reproduzível, mas a emergência de um sistema complexo a partir da interação entre múltiplos

fatores e atores. Cabe lembrar que tanto a Rússia quanto a China implantaram políticas de conversão, porém, com resultados distintos.

Recomenda-se que o Brasil, no momento em que busca revitalizar sua indústria de defesa, leve em consideração o presente trabalho e aprofunde os estudos sobre o *spin-off*, buscando otimizar os possíveis benefícios mútuos da produção e desenvolvimento com finalidade civil e produção e desenvolvimento com finalidade militar.

A avaliação individual de cada uma das premissas do *spin-off* seria um ponto de partida relevante para pesquisas futuras. Partindo dos pressupostos schumpeterianos, qualquer inovação, inclusive a militar, geraria externalidades positivas. Talvez, a redução desses efeitos resida nas peculiaridades da indústria de defesa e da inserção internacional dos países analisados, que procura limitar a disseminação do conhecimento por questões estratégicas, sendo essa disseminação essencial para inovações em defesa constituam uma aceleração na curva da inovação civil.

Voltando a atenção para o estudo da inovação, é interessante explorar a relação entre os indicadores *HighTech* e *ECON*, fazendo-se uso do banco de dados gerado para esta tese em busca de outros padrões de relacionamento entre as variáveis. Isto é possível, por exemplo, por meio de técnicas de *Knowledge Discovery*, processo não trivial de extrair conhecimento implícito, previamente desconhecido e potencialmente útil de grandes volumes de dados (FRAWLEY, PIOTETSKY-SHAPIRO e MATHEUS, 1992 *apud* SERRÃO, 2010). Centrando-se na metodologia aqui desenvolvida, estudos a fim de melhorar o desempenho dos indicadores e testar sua validade constituem outro caminho para trabalhos posteriores.

Todavia, nesta discussão específica sobre o papel da defesa no progresso científico e tecnológico, é importante não confundir eficiência no sentido econômico, no sentido administrativo ou no tecnológico com capacidade combatente. Não é adequado julgar a indústria de defesa somente por seu desempenho econômico ou desempenho científico e tecnológico, pois a presença de ameaças e os objetivos estratégicos e políticos de um país podem justificar a necessidade de se investir no setor e em P&D militar (DVIR e TISHLER, 2000, p. 19). Do mesmo modo, o desenvolvimento científico e tecnológico não deve ser o objetivo principal de políticas públicas de defesa (KALDOR, 1981; DUARTE, 2012).

Cabe lembrar que, devido ao caráter de bem público da defesa nacional, dificilmente o mercado sozinho irá suprir as necessidades de defesa de uma nação. Justifica-se, portanto, investimento governamental para assegurar o provimento de defesa, independente da sua relação com inovação.

## REFERÊNCIAS

- ABDON, A.; *et. al.* **Product Complexity and Economic Development**. Levy Economics Institute, Working Papers n°. 616, sep. 2010.
- Advisory Council on Science and Technology. **Defence R&D: A National Resource**. London: HMSO, 1989.
- AIZENMAN, J.; GLICK, R. Military Expenditure, Threats and Growth. NBER Working Paper, n. 9618. Massachusetts, 2003. In: **The Journal of International Trade & Economic Development**. Taylor & Francis Journals, vol. 15(2), pages 129-155, 2006.
- ALESINA, A.; SPOLAORE, E.; ROMAIN, W. Trade, Growth and Size of Countries. In: AGNION, P.; DURLAUF, S.N. (eds.). **Handbook of Economic Growth**. Amsterdam: Elsevier, 2008.
- ALEXANDER, Jeffrey. O novo movimento teórico. *Revista brasileira de Ciências Sociais*, vol. II, n. 4, 1987.
- ALIC, J; *et al.* **Beyond Spinoff: Military and Commercial Technologies in a Changing World**. Boston: Harvard Business School Press, 1992.
- ALLEN, M. M. National Innovation System in Germany. **Wiley Encyclopedia of Management**, n. 13, pp. 1-18, 2015.
- ALPTEKIN, Aynur; LEVINE, Paul. **Military Expenditure and Economic Growth: A Meta-Analysis**. MPRA Paper n° 28853, 2010. Disponível em <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/28853/>>. Acesso em 03 ago 2015.
- AMARO, Rogério Roque. Desenvolvimento — um conceito ultrapassado ou em renovação? Da teoria à prática e da prática à teoria. **Cadernos de Estudos Africanos**, 2003. Disponível em: <<http://cea.revues.org/1573> ; DOI : 10.4000/cea.1573> . Acesso, 22 sep. 2015.
- ANDERTON, C. A New Look at the Relationship Among Arms Races, Disarmament and the Probability of War. In: FORCEY, M. C., **Disarmament, Economic Conversion, and Management of Peace**. New York: Praeger, 1992.
- ARAUJO, M. F. I. Reestruturação Produtiva e Transformações Econômicas: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: **São Paulo em Perspectiva**, vol. 15, n° 1, p. 20-30, jan. 2001.
- ARCHER, C. **International Organizations** (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Routledge, 2001.
- ARELLANO, M.; BOVER, O. Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models. **Journal of Econometrics**, vol. 68, p. 29-52, 1995.
- ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The Review of Economic Studies**, vol.58, n.2, p. 277–297, 1991.

Arms Control and Disarmament Agency (ACDA) **World Military Expenditures and Arms Transfers, 1996**. Washington, DC: ACDA, jul. 1997.

ARRIGHI, G. **A ilusão do desenvolvimento**. Petrópolis: RJ: Editora Vozes, 1998.

ASHENFELTER, O. C.; RANSOM, M. R; FARBER, H. Modern Models of Monopsony. In: **Labor Markets: A Brief Survey**, 2010. Disponível em: <<http://Harris.Princeton.Edu/Pubs/Pdfs/554.Pdf>>. Acesso em 11 ago 2015.

AW, B.; CHUNG, S.; ROBERTS, M. Productivity and turnover in the export market: Micro-level evidence from the Republic of Korea and Taiwan (China). **The World Bank Economic Review**, vol. 14, nº 1, 2000.

BAENA SOARES, Rodrigo de Lima Baena. A Base Industrial de Defesa Brasileira e a Política Externa. **Cadernos de Política Exterior** / Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais, vol. 1, nº 1 (mar. 2015). Brasília: FUNAG, 2015.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; NASIR, A. B. M. ARDL Approach to Test the Productivity Bias Hypothesis. **Review of Development Economics**, vol. 8, nº 3, p. 483-488, 2004.

BAI, J, NG, S. Determining the number of factors. In: Approximate factor models. **Econometrica**, vol. 70, p. 191–221, 2002.

BALL, N. Defence and Development: A Critique of Benoit Study. **Economic Development and Cultural Change**, vol. 31, nº 3, p. 507-524, 1983.

BALL, N. **Security and Economy in the Third World**. London: Adamantine Press Limited, 1988.

BARRETT, R; SEN, S. **War and Peace: Rational Defence and the Case of South Asia**. The Public Choice Society Annual Meeting. Las Vegas, 2009.

BARRO, R J; SALA- I-MARTIN, X. **Economic Growth**. The MIT Press, 1995.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. **International Data on Educational Attainment: Updates and Implications**. CID Working Paper nº 42, 2000.

BARRO, R. J. Government spending in a simple model of endogenous growth. **Journal of Political Economy**, vol. 98, n. 125, 1990.

BARROS FILHO; G. B. Sobre os paradigmas de Kuhn: O problema da incomensurabilidade e o confronto com Popper. **Acta Scientiarum**, vol. 22, nº 5, p. 1297-1309, 2000.

BATCHELOR, P.; DUNNE, P.; LAM, G. The Demand for Military Spending in South Africa. **Journal of Peace Research**, vol. 39, nº 3, p. 339-354, 2002.

BATCHELOR, P.; DUNNE, P.; SAAL, D. Military Spending and Economic Growth in South Africa. **Defence and Peace Economics**, vol 11, nº 6, p. 553–571, 2000.

BECK, T., LEVINE, R., LOAYZA, N. Finance and the sources of growth. **Journal of Financial Economics**, vol.58, p. 261–300, 2000.

BECKER, B.; EGLER, C. **Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

BEGG, D; STANLEY, F.; DORNBUSCH, D. **Economía**. 6ª Ed. Madrid, McGraw-Hill, 2002

BELUSSI, F. The Italian system of innovation: the gradual transition from a weak mission-oriented system to a regionalized learning system. In: BORRAS, S. e BIEGELBAUER, P.(eds.). **Innovation Policies in Europe and the US: The New Agenda**. Aldershot: Ashgate, pp. 233-252, 2003.

BENOIT, E. Growth and Defence.in LDCs. **Economic Development and Cultural Change**, vol. 26, p. 271-280, 1978.

\_\_\_\_\_. **Defence and Economic Growth in Developing Countries**. Lexington Books, Lexington, MA, 1973.

BERGSON, A.; LEVINE, H. S. (eds.). **The Soviet Economy: Toward the Year 2000**. London: Allen and Unwin, 1983

BERLINER, J. S. **The Innovation System in Soviet Industry**. Cambridge: MIT Press, 1976.

BERNSTEIN, J. I.; MOHNEN, P. International R&D Spillovers between U.S. and Japanese R&D Intensive Sectors. **Journal of International Economics**, vol. 44, nº 2, p. 315–338, 1998.

BICC (Bonn International Center for Conversion). **BICC Conversion Survey 1998: Global Disarmament, Defense Industry Consolidation and Conversion**. BRZOSKA, Michael (ed.). Oxford: Oxford, 12/1997.

BISCHAK, Gregory. Contending Security Doctrines and the Military Industrial Base. In: **Arming the Future: A Defense Industry for the 21st Century**. MARKUSEN, Ann; COSTIGAN, Sean (eds.). New York: Council on Foreign Relations, 1999.

BISWAS, B.; RAM, R. Military Spending and Economic Growth in Less Developed Countries: An Augmented Model and Further Evidence. **Economic Development and Cultural Change**, vol 34, nº 2, p. 361-37, 1986.

BITZINGER, R. A. **Towards a Brave New Arms Industry**. Adelphi Paper 356. London: International Institute for Strategic Studies/Oxford University Press, 2003.

\_\_\_\_\_. **The Modern Defense Industry: Political, Economic and Technological Issues**. Santa Barbara: Praeger Security International, 2009.

BLOMBERG, S. B. Growth, political instability and the defence burden. **Economica**, vol. 6, nº 252, pp. 649–72, 1996

BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. **Journal of Econometrics**, vol. 87, nº 1, p.115-143, 1998.

\_\_\_\_\_. GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions. **Econometric Reviews**, vol.19, nº 3, p. 321-340, 2000.

BMBF/BMWi.. **Knowledge Creates Markets: Action Scheme of the German Government**, 2001. Disponível em <[http://bundesforschungsministerin.net/pub/wsm\\_englisch.pdf](http://bundesforschungsministerin.net/pub/wsm_englisch.pdf)>. Acesso em 11 jul. 2015.

BOLHA DA INTERNET. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bolha\\_da\\_Internet&oldid=42460560](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bolha_da_Internet&oldid=42460560)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

BOND, S.; HOEFFER, A; TEMPLE, J. GMM Estimation of Empirical Growth Models, nº 2001-W21. **Economics Group**. Oxford: Nuffield College, University of Oxford, 2001.

BOND, S.R..Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice. **Portuguese Economic Journal**, nº 1, p.141–162, 2002.

BRAHMAND World Defence Update 2013. New Delhi: Pentagom Press, 2013.

BRASIL, Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005. Aprova a Política Nacional da Indústria de Defesa – PNID. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, vol.138, 20/07/2005. Seção 1, p.1, 2005.

BRASIL, Livro Branco de Defesa Nacional, 2012. Disponível em <<http://www.defesa.gov.br/arquivos/2012/mes07/lbdn.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2015.

BRAUER, J. Survey and review of the defence economics literature on Greece and Turkey: what have we learned? **Defence and Peace Economics**, vol.13, p. 85–107, 2002.

BRAUER, J. The Arms Industry in Developing Nations: History and Post-Cold War Assessment. Paper presented at the **Conference on Military Expenditures in Developing and Emerging Nations**. Middlesex University. London, March 13-14, 1998.

BREITUNG, J. Nonparametric tests for unit roots and cointegration. **Journal of Econometrics**. Elsevier, vol. 108, nº 2, pp. 343–363, jun. 2002.

BREMER. **The GLOBUS Model**. Boulder: Westview, 1986.

BRITO, D.L; INTRILIGATOR, M. D. Arms Race and Proliferation. In: HARTLEY, K. A. **Handbook of Defence Economics**. Amsterdam: Elsevier Science, pp.109-164, 1995.

BROMLEY, M. *et al.* **Recent trends in the arms trade**. SIPRI Background Paper, abr. 2009.

BROMLEY, M.; WEZEMAN, S. **Current trends in the international arms trade and implications for Sweden**. SIPRI, outubro 2013.

BRÖMMELHÖRSTER, J.; FRANKENSTEIN, J. (eds.). **Mixed Motives, Uncertain Outcomes**: Defense Conversion in China. Boulder, Col.: Lynne Rienner, 1997.

BRUSTOLIN, V. **Inovação e desenvolvimento via Defesa Nacional nos EUA e no Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

BRZOSKA, M.. Debating the future of the German arms industry, again. **SIPRI**, 7 nov. 2014.

BUCHANAN, R. A. **The power of the machine**: the impact of technology from 1700 to the present. Penguin (Non-Classics), 1994.

Budget of the U.S. Government, 1990. Executive Office of the President, Office of Management and Budget, Special Analysis J (1989, 1990). In: NELSON, R. R. **National Innovation Systems**: A Comparative Analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.

BUNGE, M. **Treatise on Basic Philosophy**, vol. I, Semantics I: Sense and Reference. Dordrecht-Boston: Reidel Publishing Co., 1974.

BYSTROVA, Irena. Russian Military-Industrial Complex. **Aleksanteri papers**, Helsinque, nº2, 2011.

Cabinet's Office's Advisory Council on Science and Technology (ACOST) **Report**, 1989.

Cabinet Office. 1995. **Progress Through Partnership**, 12: Defence and Aerospace. London: HMSO.

CAMP, L. S. D. **The ancient engineers**. Ballantine Books, 1995.

CAMPOS, R. de O. **Ensaio de história econômica e sociologia**. Rio de Janeiro: APEC, 1963, *apud* Rossetti, 1977.

CARPENTIER, C.; SERFATI, C. "R&D militaire, grands programmes et capacités technologiques nationales: caractérisation et indicateurs. Paper prepared for the **Observatoire des Sciences et des Techniques**. (OST), 1997.

CASELLI, F.; ESQUIVEL, G.; LEFORT, F. Reopening the Convergence Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics. **Journal of Economic Growth**, nº 1, p. 363-389, 1996.

CASTELLACCI, F.; ARCHIBUGI, D. **The technology clubs: the distribution of knowledge across nations**. MPRA Paper n. 27597. Munich Personal RePEc Archive, 2008.

CASTELLO, P.; MONCADA-PATERNÒ; GRASSANO, N. Innovation, competitiveness and growth without R&D? Analysis of corporate R&D investment - A country approach: Italy. **JRC Policy Brief**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014, nov 2014.

CATELA, E. Y. S.; GONÇALVES, F. O. Intensidade tecnológica das exportações mundiais. Belo Horizonte: **Nova Economia**, vol.21, nº 3, p.369-393, set/dez 2011.

CERULLI; POTÍ. Evaluating the robustness if the effect of public subsidies on firms R&D: An application to Italy. **Journal of Applied Economics**. vol XV, n. 2, pp. 287-320, nov. 2012.

CERVO, Amado. Conceito em Relações Internacionais. **Revista Brasileira de Política Internacional**, vol. 51, nº 2, p. 08-25, 2008<sup>a</sup>.

\_\_\_\_\_. **Inserção Internacional: formação dos conceitos brasileiros**. São Paulo. Ed. Saraiva, 2008b.

CHANG, H.C.; HUANG, B.N.; YANG, C.W. Military expenditure and economic growth across different groups: a dynamic panel Granger-causality approach. **Economic Modelling**, vol.28, p. 2416–2423, 2011.

CHANG, T.; FANG, W; Wen, L.F.; Liu, C. Defense spending, economic growth and temporal causality: evidence from Taiwan and mainland China, 1952–1995. **Applied Economics**, vol 33, nº 10, p.1299-1299, 2001.

CHAREMZA, W.W.; DEADMAN, D.F. **New Directions in Econometric Practice**. Aldershot: Edward Elgar, 1992.

CHEN, Pei-Fen; LEE, Chien-Chiang; CHIU, Yi-Bin. The nexus between defense expenditure and economic growth: New global evidence. **Economic Modelling** n. 36, pp. 474–483, 2014.

CHEUNG, Tai Ming. **China's Entrepreneurial Army**. New York: Oxford University Press, 2001.

\_\_\_\_\_. **Fortifying China: The Struggle to Build a Modern Defense Economy**. Ithaca: Cornell University Press, 2009.

CHOUCRI, N.; R. C. **North. Nations in Conflict**. San Francisco: W. H. Freeman, 1975.

CHOWDHURY, A. R. A Causal Analysis of Defense Spending and Economic Growth. **The Journal of Conflict Resolution**, vol. 35, nº 1, pp. 80-97, 1991.

CHRISTIANO, L. Searching for a Break in GNP. **Journal of Business and Economic Statistics**, vol. 10, p. 237-249, 1992.

CHUGH, R. Do Australian Universities Encourage Tacit Knowledge Transfer? In: **Proceedings** of the 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2015) - Volume 3: KMIS, pages 128-135, 2015.

\_\_\_\_\_. 'Workplace dimensions: Tacit knowledge sharing in universities'. In: *Journal of Advanced Management Science*, vol. 1, no.1, pp.24-28, 2013.

CLAUSEWITZ, Carl von. **On War**. HOWARD, M. E.; PARET, P. (tradutores). Princeton: Princeton University Press, 1989.

CLEMENTE, J.; MONTANES, A.; REYES, M. Testing for a Unit Root in Variables with a Double Change in the Mean. **Economics Letters**, vol. 59, nº 2, p. 175-182, 1998.

CLERIDES, S.; LACH, S.; TYBOUT, J. Is learning by exporting important? MicroDynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. **Quarterly Journal of Economics**, vol. 113, nº 3, 1998.

CLOUET, L. M. Rosoboronexport, Spearhead of Russian Arms Industry. **Russie. Nei. Visions**, nº 22, set.2007.

COHEN, J.S.; *et al.* Defense expenditures and economic growth in Israel: the indirect link. **Journal of Peace Research**, vol. 33, nº 3, p. 341–352, 1996.

COLLIER, P; Hoeffler, A. **Military Expenditure: Threats, Aid and Arms Races**. World Bank Policy Research Working Paper 2927, Washington, 2002.

COLLIER, P. *et al.* **Breaking the Conflict Trap: Civil War and Development Policy**. Washington, DC and New York: Oxford University Press and the World Bank, 2003

Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL): **La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades**. CEPAL, 2008.

CONCA, Ken. Manufacturing Insecurity: The rise and fall of Brazil's military-industrial complex. Londres: Lynne Rienner Publishers, Inc., 1997. In: LUCENA SILVA, Antonio Henrique. **A globalização militar e os emergentes: comparação entre as indústrias aeroespaciais de defesa de Brasil, Índia e China**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Ciência Política, 2010.

CORTES, Soraya M. Vargas. Técnicas de Coleta e Análise Qualitativa de Dados. Porto Alegre: **Cadernos de Sociologia**, vol. 9, p. 11-47, 1998.

COWAN, R.; FORAY, D. Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development. **Research Policy**, vol. 24, p. 851–868, 1995.

COZZA, C. Measuring the internationalization of EU corporate R&D: a novel complementary use of statistical sources. Luxembourg: European Commission, **JRC Scientific and Technical Reports**, EUR 24564 EM, 2010.

CRESWELL, J. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 3ª ed. Thousands Oaks, California, Sage, 2009.

CRISE DA DÍVIDA PÚBLICA DA ZONA EURO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikipedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise\\_da\\_d%C3%ADvida\\_p%C3%BAblica\\_da\\_Zona\\_Euro&oldid=42736821](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise_da_d%C3%ADvida_p%C3%BAblica_da_Zona_Euro&oldid=42736821)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

CRISE DO SUBPRIME. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikipedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise\\_do\\_subprime&oldid=42566591](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Crise_do_subprime&oldid=42566591)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

CRISTELLI, M. *et al.* Measuring the Intangibles: A Metrics for the Economic Complexity of Countries and Products. **PLoS ONE** vol. 8, e70726, 2013.

CUSAK, T. R.; M. D. Ward. Military spending in the United States, Soviet Union, and the People's Republic of China. **Journal of Conflict Resolution**, vol. 25, p. 429-469, 1981.

D' AGOSTINO, G.; DUNNE, J.P.; PIERONI, L. Optimal military spending in the US: a time series analysis. **Economic Modelling**, vol. 28, p. 1068–1077, 2011.

DAGNINO, R. *et al.* **Gestão estratégica da inovação: metodologias para análise e implementação**. Taubaté: Cabral Universitária, 2002.

DAGNINO, R. A Política de Defesa Brasileira. Nem racionalismo, nem incrementalismo. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, vol. 24, nº70, p. 61-74, 2009.

\_\_\_\_\_. **A Indústria de Defesa no Governo Lula**. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2010.

DAKURAH, A. H.; DAVIES, S. P.; SAMPATH, R. K. Defense Spending and Economic Growth in Developing Countries: A Causality Analysis. **Journal of Policy Modelling**, vol. 23, p. 651–658, 2001.

DAVID, P. A. *et al.* Defense spending and economic growth in developing countries: a causality analysis. **Journal of Policy Modelling**, n. 23, pp. 651–658, 2001.

DAVID, P. A.; BRONWYN, H. Heart of Darkness: Modeling Public-Private Funding Interactions Inside the R&D Black Box. **Research Policy**, 2000.

DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, A.; SALERNO, M. S (orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

DEGER, S. Economic Development and Defence Expenditure. **Economic Development and Cultural Change**, vol. 35, nº 1, p. 179-196, 1986a.

\_\_\_\_\_. **Military Expenditure and Third World Countries: The Economic Effect**. London: Routledge and Kegan Paul, 1986b.

DEGER, S.; SEN, S. Military Expenditure, Spin-off and Economic Development. **Journal of Development Economics**, vol. 13, pp. 67-83, 1983a.

\_\_\_\_\_. Military Expenditure and Growth in Less Developed Countries. **Journal of Conflict Resolution**, vol. 2, nº 2, p. 335-353, 1983b.

\_\_\_\_\_. Economic development and defence expenditure. **Economic Development and Cultural Change**, vol. 35, p. 179–196, 1986.

\_\_\_\_\_. Military Security and the Economy: Defence Expenditure in India and Pakistan. In: HARTLEY, K; SANDLER, T. (eds.). **The Economics of Defence Spending**. London and New York: Routledge, 1990.

DEGER, S.; SEN, S. Military expenditure and developing countries. In: HARTLEY, K; SANDLER, T. (eds.). **Handbook of Defense Economics**. Amsterdam: North Holland, p.1275–307, 1995.

DELGADO, M; FARIÑAS, J.; RUANO, S. Firm productivity and export markets: A non-parametric approach. **International Economic Review**, v. 57, 2002.

DELONG, D.W.; FAHEY, L. ‘Diagnosing cultural barriers to knowledge management’, **Academy of Management Executive**, vol.14, no. 4, pp.113-127, 2000. *Apud* CHUGH, R. Do Australian Universities Encourage Tacit Knowledge Transfer? In: Proceedings of the 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2015) - Volume 3: KMIS, pages 128-135, 2015.

DENZIN, N. K. *The Research Act* (2<sup>a</sup> ed.). New York: McGraw-Hill, 1978.

Department of Defense Appropriations Act, 1998. 105th Congress Public Law 56. From the U.S. Government Printing Office. The Library of Congress. Disponível em <<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-105publ56/html/PLAW-105publ56.htm>>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

DEROUEN, K.J. The guns–growth relationship in Israel. **Journal of Peace Research**, vol. 37, p. 71–83, 2000.

DICKEY, D.; FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, vol. 74, pp. 427-431, 1979.

DICLE, B.; DICLE, M. F. Military Spendind and GDP Growth: Is There a General Causal Relationship? **Journal of Comparative Policy Analysis**, vol. 12, n<sup>o</sup>. 3, pp. 311-345, 2010.

DOMMEN, E; MAIZELS, A. The Military Burden in Developing Countries. **The Journal of Modern African Studies**, vol 26, n<sup>o</sup> 3, p.377-401, 1998.

DOS SANTOS, Theotônio. **Revolução Científico-Técnica e Capitalismo Contemporâneo**: Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1983.

Dossiê CEBRI, volume 1, ano 6, 2007.

DUARTE, Érico Esteves. Tecnologia Militar e Desenvolvimento Econômico: Uma Análise Histórica.. **Texto para Discussão IPEA**, n<sup>o</sup> 1748, junho 2012.

DUNNE, J. P. *The Economic Effects of Military Expenditure in Developing Countries*. London: **Economic Group**, Middlesex University Business School, 2000.

DUNNE, J.P.; MOHAMMED, N.A.L. Military Spending in Sub-Saharan Africa. **Journal of Peace Research**, vol. 32, n<sup>o</sup> 3, p. 331-343, 1995.

DUNNE, P.; NIKOLAIDOU, E.; VOUGAS, D. Defence Spending and Economic Growth: A Causal Analysis for Greece and Turkey. **ERC/METU International Conference on Economics**, 9th - 12th September, Ankara, Turkey, 1998.

DUNNE, P.; EFTYCHIA, N.; SMITH, R. Arms Race Models and Econometric Applications. **The Arms Trade, Security and Conflict**. London: Middlesex University Business School, 1999.

DUNNE, J. P.; NIKOLAIDOU, E.; ROUX, A. Defence Spending and Economic Growth in South Africa: A Supply and Demand Model. In: **Defence and Peace Economics**, Taylor & Francis Journals, vol. 11, nº 4, p.573-585, 2000.

DUNNE, J.P.; PERLO-FREEMAN, S. The Demand for Military Spending in Developing Countries. **International Review of Applied Economics**, vol.17, nº 1, p.23-48, 2003a.

\_\_\_\_\_ The Demand for Military Spending in Developing Countries: A Dynamic Panel Analysis. **Defence and Peace Economics**, vol.14, nº 6, p.461-474, 2003b.

DUNNE, P; WATSON. Military Expenditure, Technological Progress and Employment, revised version of a paper presented to the **ISINI Seventh International Congress**. Lille, France, August 20-23, 2003. Disponível em <<http://carecon.org.uk/Armsproduction/Papers/ISINIduncohs.pdf>> . Acesso em 11 ago 2015.

DUNNE, J. P.; SMITH, R. P.; WILLENBOCKEL, D. Models of Military Expenditure and Growth: A Critical Review. **Defence and Peace Economics**, vol.16, nº 6, p. 449-461, 2005.

DUNNE, P; R. SMITH. The Econometrics of Arms Races. In: HARTLEY, K.; SANDLER, T. **Handbook of Defence Economics**, vol. 2, p. 913-940, 2007.

DUNNE, P., PERLO-FREEMAN S.; SMITH, R. The Demand for Military Expenditure in Developing Countries: Hostility versus Capability. **Defence and Peace Economics**, vol.19, nº 4, p. 293 - 302, 2008.

DUNNE, J. P.; TIAN, N. **Military Spending, Conflict and Economic Growth in Africa**. Draft Paper, 2013. Disponível em: <<http://www.sipri.org/research/armaments/milex/ICES2013/papers/archive/dunne-tian-military-spending-conflict-economic-growth-africa>>. Acesso em 11 ago 2015.

DVIR, D.; TISHLER, A. The Changing Role of the Defense Industry in Israel's Industrial and Technological Development. In: REPPY, Judith (ed.). **The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation**. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

EARLE, Edward Mead. Adam Smith, Alexander Hamilton, Friedrich List: The Economic Foundations of Military Power. In: PETER PARET (ORG.). **Makers of Modern Strategy from Machiavelli to the Nuclear Age**. Princeton, NJ: Princeton University Press, pp. 217-261, 1986.

EDIN, Per-Anders; HOLMLUND, Bertil. The Swedish Wage Structure: The Rise and Fall of Solidarity Wage Policy? In: **Differences and Changes in Wage Structures**, ed. Lawrence Katz and Richard Freeman. University of Chicago Press 1995.

EDMONDS, M., UTTLEY, M., e HAYHURST, G. 1990. "Defence Interdependence: UK and US Dependence on Foreign Technology in Defence Research and Development." In: **Science and Public Policy** 17, no. 3: 157-69.

ELIASSON, Gunnar. **Advanced Public Procurement as Industrial Policy: The Aircraft Industry as a Technical University**. Springer, 2010.

ELIASSON, Gunnar; WIHLBORG, Clas. On The Macroeconomic Effects of Establishing Tradability in Weak Property Rights. **Journal of Evolutionary Economics**, vol. 13, 2003, p. 607-632.

ENGLE, R.F; GRANGER, C.W.J.. Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. In: **Econometrica**, vol. 55, 1987, p. 251-76.

ENGLE, R.F; YOO, B.S. Cointegrated Economic Time Series: an Overview with New Results. In: ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. (eds.). **Long Run Economic Relationship: Readings in Cointegration**. Oxford University Press. New York.

ERENBURG, S. J. **The Relationship Between Public and Private Investment**. The Jerome Levy Economics Institute of Bard College and Eastern Michigan University, Working Paper nº 85, 1993.

EUROPEAN COMMISSION. **The European Industrial R&D Investment Scoreboard**. European Commission, 2013.

EVANGELISTA, M. 1988. **Innovation and the Arms Race**. Ithaca: Cornell University Press.

EVERA, Stephen Van. **Guía para estudiantes de ciencia política**. Gedisa Editorial, 1997.

FAGERBERG, Jan; VERSPAGEN, Bart. Innovation, growth and economic development: have the conditions for catch-up changed? **International Journal of Technological Learning, Innovation and Development**. In: Inderscience Enterprises Ltd, vol. 1, nº1, 2007, p. 13-33.

FAINI, R.; ANNEZ, P.; TAYLOR, T. Defence Spending. Economic Structure and Growth Evidence among Countries and Overtime. In: **Economic Development and Cultural Change**, vol. 32, nº 3, 1984, p. 487-498.

FALLOWS, James. **National Defense**. New York: Random House, 1981.

FEDER, G. On Exports and Economic Growth. In: **Journal of Economic Development**, vol. 12, 1983, p. 59-73.

FEIGENBAUM, Evan. **The Military Transforms China: The Politics of Strategic Technology from the Nuclear to the Information Age**. Stanford: Stanford University, 1997, vol. 1.

FERNANDEZ, Oscar Soto Lorenzo. **Desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia**. Centro de Gestão em Estudos Estratégicos, março 2005.

FERREIRA, P. C. Investimento em Infra-estrutura no Brasil: Fatos Estilizados e Relações de Longo Prazo. In: **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.26, nº 2, 1996, p. 231-252.

FERREIRA, P.; ARAÚJO, C. V. On the Economic and Fiscal Effects of Infrastructure Investment in Brazil. In: **Ensaio Econômicos**. Rio de Janeiro: EPGE/FGV, nº 613, 2006.

FERREIRA, P.; MALLIAGROS, T. Impactos produtivos da infra-estrutura no Brasil – 1950/1995. In: **Pesquisa e Planejamento Econômico**, vol. 28, nº 2, 1998, p. 315-38.

FEYERABEND. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1989.

FLAMM, Kenneth. U.S. Defense Industry in the Post-Cold War: Economic Pressures and Security Dilemmas. In: REPPY, Judith (ed.). **The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation**. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

FLEURANT, Aude; PERLO-FREEMAN, S. The SIPRI Top 100 Arms-Producing and Military Services Companies, 2013. **SIPRI Fact Sheet**, December 2014.

FLIGHTGLOBAL. **Special Report: World Air Forces 2015**. Flightglobal (Reed Business Information Ltd.) in association with RUAG Group, 2015.

FONSECA, José Wladimir Freitas da. O Desenvolvimento da Indústria Bélica no Brasil e seu Processo de *Spin-Off*. **Revista de Economia Política**, vol. 20, nº3 (79), julho-setembro, 2000, p. 136-151.

FORSBERG, Randall. Defense Cuts and Cooperative Security in the Post-Cold War World. In: **Boston Review** 17, no. 3-4 (May-August), p. 5-9, 1992.

FOUCAULT, Michel. **Em Defesa da Sociedade**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

FRANCIS, Corinna-Barbara. The Defense Sector as a Window into China's National System of Innovation. In: REPPY, Judith (ed.). **The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation**. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

FRANKENSTEIN, John e GILL, Bates. "Current and Future Challenges Facing Chinese Defence Industries". In: **China Quarterly**, no. 146, June 1996.

FRANKO, Patrice. The Economics of Defense: An Introduction. **Apuntes del curso "Defense economics and Budgeting"**, dictado por la National Defense University en Washington, D.C. 2003.

FRAWLEY, William, J.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; MATHEUS, C. J. Knowledge Discovery in Databases: an overview. **AI Magazine**, vol.13, nº 3, 1992.

FRED OCH SÄKERHET. Svensk säkerhetspolitik 1969–89. In: BROMLEY e WEZEMAN, **Current trends in the international arms trade and implications for Sweden**. SIPRI, oct 2013.

FREDERIKSEN, P. C.; LOONEY, R. E. Defence Expenditures and Economic Growth in Developing Countries. **Armed Forces and Society**, vol. 9, nº 4, 1983, p. 633-645, 1983.

FREEMAN, C e SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. Cambridge; MIT Press, 1997.

FRIEDMAN, Thomas. **The World is Flat**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005.

FRIETSCH, R. **Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung**. Studien zum deutschen Innovationssystem, 9-2007. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2007, 46 pp.

GADEA, M.D., PARDOS, E., PEREZ-FORNIES, C. A long-run analysis of defence spending in the NATO countries (1960–99). **Defense and Peace Economics**, vol.15, 2004, p. 231–249.

GALVIN, H. The Impact of Defence Spending on the Economic Growth of Developing Countries: A Cross-Section Study. **Defence and Peace Economics**, vol. 14, nº 1, 2003, 51–59.

GANSLER, J. **Defense Conversion: Transforming the Arsenal of Democracy**. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1995.

GAPONENKO, N. “Transformation of the Research System in a Transitional Society: The Case of Russia.” **Social Studies of Science** 25, 1995, pp. 685-703.

GEORGE, Susan. **A Fate Worse than Debt: a radical analysis of the third world debt crisis**. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books, 1988.

GERACE, M.P. US military expenditures and economic growth: some evidence from spectral methods. **Defense and Peace Economics**, vol. 13, 2002, p. 1–11.

GERASEV, Mikhail. From the former USSR to the new Russia. In: GENIN, Vlad (ed.). **The Anatomy of Russian Defense Conversion**. California: VEGA Press, 2001.

GIANNOPAPA, Christina *et al.* Space and the Processes of Innovation. **Report 43** July 2012. European Space Policy Institute, 2012.

GIBSON, D.V. e ROGERS, E.M.. 1994. **R&D Collaboration on Trial**. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

GILPIN, R. **War and change in world politics**. Cambridge University Press, 1983.

\_\_\_\_\_. **Global Political Economy: Understanding the International Economic Order**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

GOKHBERG, L. e KUZNETSOVA, I. **Technology Innovation in Russia**. Moscow: Centre for Science and Research Statistics, 1998.

GONÇALVES, Reinaldo. **Economia Política Internacional: Fundamentos Teóricos e as Relações Internacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2005.

GREGORY, A. W; HANSEN, B. E. Tests for Cointegration in Models with Regime and Trend Shifts. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, vol. 58, 1996, p. 555-560.

---

Residual-Based Tests of Cointegration in Models with Regime Shifts. *Journal of Econometrics*, vol. 70, 1996, p. 99-126.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, vol. 10, 1979, p. 92-116.

GROSSMAN, G.M.; HELPMAN, E. Quality ladders in the theory of growth. *The Review of Economic Studies*, vol. 58, 1991, p. 43-61.

GUELARC, H. Vauban: the impact of science on war. In: PARET, P. (ed.). *Makers of modern strategy strategy: from Machiavelli to the Nuclear Age*. Princeton: Princeton University Press, 1986. p. 64-92.

GUELLEC, D.; VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. The internationalisation of technology analysed with patent data. In: *Research Policy*, vol. 30, 2001, p. 1253-1266.

GURTOV, Mel. "From Swords to Market Shares," *China Quarterly*, No. 134 (June 1993): 213-241.

GURTOV, Mel; HWANG, Byong-Moo. **China's Security: The New Roles of the Military**. London: Lynne Rienner Publishers Inc., 1998.

BRONWYN, H.; REENEN, J. van. How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence, March 1999.

HALL, Peter ; JAMES, Andrew: "Industry structure and innovation in the U.K defense sector" in *The Economics of Peace and Security Journal* Vol. 4, No 1, January 2009.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. *Reengineering the corporation*. New York: HarperBusiness, 1994.

HANSSON, Pontus; LARS, Jonung. Finance and economic growth: the case of Sweden 1834-1991. *Research in Economics*, vol.51, n° 3, set 1997, p. 275-301.

HARTLEY, K.; SANDLER, T. *Handbook of Defence Economics*, Vol. 1. North Holland: Amsterdam, 1995.

HARTLEY, T.; RUSSETT, B. Public Opinion and the Common Defense: Who Governs Military Spending in the United States? *American Political Science Review*, vol. 86, n° 4, p. 905-915, 1992.

HAYASHI, Fumio. *Econometrics*. Princeton University Press, 2000.

HATZICHRONOGLU, T. Revision of the High-Technology Sector and Product Classification, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, n° 1997/02.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, C.A. et al., *The Atlas of Economic Complexity*, Puritan Press, Hollis New Hampshire, 2011.

HENNING, B. D. (ed.). *The History of Parliament: The House of Commons 1660-1690*. London: Haynes Publishing, 1983.

HEO, U. Modeling the defense-growth relationship around the globe. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 42, 1998, p. 637-657.

\_\_\_\_\_. Defense spending and economic growth in South Korea: the indirect link. *Journal of Peace Research*, vol. 36, 1999, p. 699-708.

HEWITT, D. Military Expenditures 1972-1990: The Reasons Behind The Post-1985 Fall In World Military Spending. *Public Budgeting and Financial Management*, vol. 7, nº 4, 1996, p. 520-558.

HIDALGO, César A.; HAUSMANN, Ricardo. The building blocks of economic complexity, 2009. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. PNAS 2009 106:10570-10575; published online before print June 22, 2009, doi:10.1073/pnas.0900943106.

HOLLIST, W. L. Alternative Explanations of Competitive Arms Processes: Tests on Four Pairs of Nations. *American Journal of Political Science*, vol. 21, nº 2, 1997, p. 313-340.

HOLTZ-EAKIN, D; NEWEY, W.; ROSEN, H. Estimating vector autoregressions with panel data. *Econometrica*, vol. 56, 1998, p. 1371-1395.

HOROWITZ, M. C. *The diffusion of military power: causes and consequences for international politics*. Princeton: Princeton University Press, 2010.

HOU, Na. *Arms Race, Military Expenditure and Economic Growth in India*. Tese apresentada para obtenção de título de Doctor of Philosophy. Department of Economics. Business School. The University of Birmingham. Outubro 2009.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HOUGI, S.; SHENHAR, A.; DVIR, D.; TISHLER, A.; e SHARAN, Y.. 1998. "Understanding the Defense Conversion Dilemma." *Technological Forecasting and Social Change* 59, no. 3 (November), pp. 275-289, 1998.

HOWARD, M. The relevance of traditional strategy. *Foreign Affairs*, vol. 51, nº 2, p. 253-266, 1973.

HOWITT, P.; MAYERFOULKES, D. R&D, implementation and stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs, NBER Working Paper, nº W9104, 2002.

HUANG, C.; MINTZ, A. Defence Expenditure and Economic Growth: The Externality Effect. *Defence Economics*, vol. 3, nº 2, p. 35-40, 1991.

IGF; IGAERN. Rapport sur la valorization de la recherche 2006. Paris: General Inspectorate of Finance and General Inspectorate of the Administration of National Education and Research, 2007.

IM, K.S.; PESESARAN, M.H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Economic*, vol. 115, p. 53–74, 2003.

INTRILIGATOR, M. D. Strategic Considerations in the Richardson Model of Arms Race. *Journal of Political Economy*, vol. 83, n° 2, p. 339-353, 1975.

INTRILIGATOR, M. D; BRITO, D. L. Formal Models of Arms Races. *Journal of Peace Science*, vol.2, n° 1, p. 77-88, 1976.

\_\_\_\_\_ Can Arms Races Lead to the Outbreak of War? *Journal of Conflict Resolution*, vol. 28, n° 1, p. 63-84, 1984.

\_\_\_\_\_..Arms Races and Instability. *Journal of Strategic Studies*, vol. 9, 1986, p. 113-131.

ISARD, W; C.H. ANDERTON, A. Survey of Arms Race Models. In: ISARD, W. *Arms Races, Arms Control and Conflict Analysis*, p. 17-85. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

ISLAM, N. Growth Empirics: A Panel Data Approach. *Quarterly Journal of Economics*, vol.110, n° 4, p. 1127-1170, 1995.

JAMES, A. D. The Place of the UK Defense Industry in its National Innovation System: Co-evolution of National, Sectoral and Technological Systems. In: REPPY, Judith (ed.). *The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation*. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

JAMES, A. D.; CAMERON, H.; GUMMETT, P. Transfer and Civil Use of Defence-Related Technologies and Diversification of Defence-Related SMEs, Final Report to the European Commission, July. Manchester: Policy Research in Engineering, Science and Technology, 1998

JICK, T. D. Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. In: *Administrative Science Quarterly*. Ithaca: Cornell University, December 1979, vol. 24, pp. 602-611.

JOERDING, W. Economic growth and defence spending. *Journal of Development Economics*, vol. 21, p. 35–40, 1986.

JOHANSEN, S; K. JUSELIUS. Some Structural Hypotheses in a Multivariate Cointegration Analysis of the Purchasing Power Parity and the Uncovered Interest Parity for UK. Discussion Papers 89-11. University of Copenhagen. Department of Economics, 1990.

JOHANSEN, S. Determination of Co-integration Rank in the Presence of a Linear Trend. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 54, p. 383–397, 1992.

\_\_\_\_\_ Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Model. Oxford: Oxford University Press, 1995.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony; TURNER, Lisa. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, vol. 1, n° 2, p. 112-133, 2007.

KAEMPFERT, W. War and technology. *The American Journal of Sociology*, vol. 46, n° 4, p. 431-444, jan 1941.

KALAITZIDAKIS, P; TZOUVELEKAS, V. Military spending and the growth-maximizing allocation of public capital: A cross-country empirical analysis. Working Papers 0722, University of Crete, Department of Economics, 2007.

KALDOR, Mary. *The Baroque Arsenal*. New York Hill & Wang, 1981.

KARAGIANNI, S; PEMPETZOGLU, M. Defense Spending and Economic Growth in Turkey: a linear and non-linear Granger causality approach. *Defense and Peace Economics*, vol. 20, n° 2, p. 139–148, 2009.

KARAGOL, E. The relationship between external debt, defence expenditures and GNP revisited: the case of Turkey. *Defence and Peace Economics*, vol. 17, p. 47–57, 2006.

KATAYEV, Vitaliy L. “MIC: The view from inside”. In: GENIN, Vlad (Ed.). *The Anatomy of Russian Defense Conversion*. California: VEGA Press, 2001.

KELLY, T.; RISHI, M. An empirical study of the spin-off effects of military spending. *Defense and Peace Economics*, vol 14, n° 1, p. 1-17, 2003.

KEMP-BENEDICT, Eric. An interpretation and critique of the Method of Reflections. Munich Personal RePEc Archive (MPRA), The Stockholm Environment Institute, 18 December 2014.

KEYNES, John Maynard. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. New York: Hancourt, Brace and Company, 1936.

KEYNES, John Maynard. *Inflação e Deflação*. São Paulo. Ed. Abril Cultural, 1978.

KING, Gary; KEOHANE, Robert; VERBA, Sidney. *Designing social inquiry: scientific inference in qualitative research*. Princeton, Princeton University Press, 1994.

KHALID, Masoud Ali; MUSTAPHA, Alhaji Bukar. Military Expenditure and Economic Growth in the Case of China: Using ZARDL Approach. *European Centre for Research Training and Development: International Journal of Development and Emerging Economics*, vol.2, n°.1, p..27-36, March 2014.

KHIN Ma Ma Myo. Military expenditures and economic growth in Asia. 17th Annual International Conference on Economics and Security. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), 15 de junho de 2013.

KLEIN, T. (2004). Military Expenditure and Economic Growth: Peru 1970-1996. *Defence and Peace Economics*, vol. 15, n° 3, p. 275 - 288, 2004.

KLUTH, Michael. *Cross Border EU Defence Industry Consolidation between Globalization and Europeanization*. Lisboa: European Consortium for Political Research (ECPR), April 2009.

Knight, M.; LOAYZA, N.; VILLANUEVA, D. The Peace Dividend: Military Spending Cuts and Economic Growth. IMF Staff Papers, p. 1-44, 1996.

KOLLIAS, C.; MANOLAS, G; PALEOLOGOU, S.M. Defence expenditure and economic growth in the European Union: a causality analysis. Journal of Policy Model, vol. 26, p. 553–569, 2004b.

KOLLIAS, C; MYLONIDIS, N.; PALEOLOGOU, S.M., A panel data analysis of the nexus between defence spending and growth in the European Union. Defence of Peace Economics, vol. 18, p. 75–85, 2007.

KOLLIAS, C.; NAXAKIS, C.; ZARANGAS, L. Defence Spending and Growth in Cyprus: A Causal Analysis. Defence and Peace Economics, vol. 15, nº 3, p. 299-307, 2004.

.KOLLIAS, C; PALEOLOGOU, S.M. Guns, highways and economic growth in the United States. Economic Modelling, vol. 30, p. 449–455, 2013.

KRAUSE, Keith. Arms and the State: Patterns of Military Production and Trade. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

KUHN, Thomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Editora Perspectiva, 1975.

KUSI, N. K. Economic Growth and Defence Spending in Developing Countries. Journal of Conflict Resolution, vol 38, nº 1, p. 152-159, 1994.

KUZNETSOV, Y. Adjustment of Russian Defence-Related Enterprises in 1992-1994: Macroeconomic Implications. Communist Economies and Economic Transformation vol. 6, n. 4, pp. 473-513, 1994.

KWIATKOWSKI, D.; et al. Testing the Null of Stationarity against the Alternative of a Unit Root. Journal of Econometrics, vol. 54, p. 159-178, 1992.

LACH, Shaul, Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel, July 2000.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Iniciação Científica. A Crítica e o Desenvolvimento Científico. Cultrix, 1979.

LAKATOS, I. La Metodología de los Programas de Investigación Científica, Madrid, Alianza, 1989.

LAI, C.N.; HUANG, B.N.; YANG, C.W. Defense Spending and Economic Growth across the Taiwan Straits: A Threshold Regression Model. Defence and Peace Economics, vol.16, nº 1, p.45–57, 2005.

LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. Oxford Development Studies, vol. 28, nº. 3, 2001.

LANDES, D. A riqueza e pobreza das nações. São Paulo: Campus, 1996

LARS, Magnusson. An economic history of Sweden. Routledge, London, 2000.

LARS, Jonung; JAAKKO, Kiander; PENTTI, Varti. The Great Financial Crisis in Finland and Sweden. Edward Elgar Publishing. ISBN 1-84844-305-6, 2009.

LATHAM, Richard J., "A Business Perspective," in BRÖMMELHÖRSTER, Jörn e FRANKENSTEIN, John (Eds.). Mixed Motives, Uncertain Outcomes: Defense Conversion in China. Boulder, Col.: Lynne Rienner, 1997.

LAUDAN. Progress and its problems. Berkeley, University of California Press, 1977.

LAURSEN, K.; MELICIANI, V. The importance of technologybased intersectoral linkages for market share dynamics. Review of World Economics, vol. 136, nº 4, p. 702-723, 2000.

LEBOVIC, J. H.; ISHAQ, Ashfaq. Military Burden, Security Needs, and Economic Growth in the Middle East. **Journal of Conflict Resolution** vol. 31 no. 1, pp. 106-138, March 1987.

LEE, C. C.; CHEN, S. T. Do Defence Expenditures Spur GDP? A Panel Analysis from OECD And Non-OECD Countries. Defence and Peace Economics, vol.18, nº 3, 2007a, p. 265–280.

\_\_\_\_\_. Non-linearity in the defence expenditure–economic growth relationship in Taiwan. Defence and. Peace Economics, vol. 18, 2007b, p. 537–555.

LEE, C.C.; CHIU, Y.B.; CHANG, C.H. Insurance demand and country risks: a nonlinear panel data analysis. Journal of International. Money and Finance, vol. 36, p. 68–85, 2013.

LEE, C.C; HZSIEH, M.F. The impact of bank capital on profitability and risk in Asian banking. Journal of International. Money and Finance vol. 32, p. 251–281, 2013.

LEE, Hsiu-Yun; LIN, Kenneth S.; WU, Jyh-Lin. Pitfalls in using Granger causality tests to find an engine of growth. Applied Economis Letter, vol. 9, nº 6, 2002.

LEE, J.; STRAZICICH, M.C. (2003). Minimum LM Unit Root Test with Two Structural Breaks. Review of Economics and Statistics, vol. 63, p. 1082-1089, 2003.

LEE, J.; STRAZICICH, M.C. Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break. Working Paper, Department of Economics, Appalachian State University, North Carolina, 2004.

LEITE, Daniel de Souza. **Controle autônomo de robô móvel baseado em lógica fuzzy**. Monografia apresentada no curso de Engenharia de Controle e Automação na Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2013. p.79. Disponível em [http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=22357@1](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=22357@1). Acesso em 13 de janeiro de 2015.

LESLIE, S.W. The Cold War and American Science. Columbia University Press, New York, 1993.

LEVIN, A; LIN, C.F.; CHU, C. Unit root test in panel data: asymptotic and finite sample properties. *Journal of Econometrics*, vol. 108, p. 1–25, 2002.

LEWIS, W. Arthur .*Economic Development with Unlimited Supplies of Labor* Manchester School of Economic and Social Studies, vol. 22, p. 139-91, 1954.

LEWIS, W. Arthur . *The Theory of Economic Growth*. Homewood. Illinois: Richard D. Irwin, 1955.

LICHTENBERG, F.R.. *The Relationship between Federal Contract R&D and Company R&D*. *American Economic Review*, vol. 74, p. 73–78, 1984.

\_\_\_\_\_. *Economics of Defense R&D*. In: HARTLEY, K.; SANDLER, T. (eds.). *Handbook of Defense Economics*, vol I. Amsterdam: Elsevier Science, 1995.

\_\_\_\_\_. *The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competition*, *American Economic Review*, vol. 78, p. 550-559, 1988.

LIFSHITZ, Y. 1995. “The Defense Industries—An Asset or a Burden?” [Hebrew]. Jerusalem: Jerusalem Institute for Israel Studies. In: REPPY, Judith (ed.). *The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation*. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

LIFSHITZ, Y. 1999. *Defense Economy: The General Theory and the Israeli Case* [Hebrew]. Jerusalem: Jerusalem Institute for Israel Studies. In: REPPY, Judith (ed.). *The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation*. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

Liga das Nações (verbete). Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC)/Fundação Getúlio Vargas (FGV). Disponível online em <https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos20/CentenarioIndependencia/LigaDaSNacoes>, acessado em setembro de 2015.

LIOSSATOS, P. Modeling the nuclear arms race: a search for stability. *Journal of Peace Science*, vol. 4, p. 169-185, 1980.

LONGO, W. P. *Revolução Científico-Técnica e Acumulação de Capital*, Ed. Vozes, Brasil, 1987. LONGO, Waldimir Pirró e. *Tecnologia e Transferência de Tecnologia – Problemas Atuais da Indústria Bélica Nacional*. Monografia da Escola de Comando e Estado Maior do Exército, 1977.

\_\_\_\_\_. *Transferência de Tecnologia*, 2004 (documentação informal, texto aula).

\_\_\_\_\_. *Alguns impactos sociais do desenvolvimento científico e tecnológico*. *DataGramZero - Revista de Ciência da Informação*, vol. 8, nº 1, fev. 2007a.

\_\_\_\_\_. *Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento*, *Tensões mundiais*, vol.3, nº 5, p. 111-143, Fortaleza/Ceará, 2007b.

LOONEY, R. E. Internal and External Factors in Effecting Third World Military Expenditures. *Journal of Peace Research*, vol. 26, n° 1, p.33-46, 1989.

\_\_\_\_\_ The Economics of Third World Defense Expenditures. Greenwich Connecticut: JAI Press, 1994.

\_\_\_\_\_ Excessive defense expenditures and economic stabilization: the case of Pakistan. *J. Policy Model*, vol. 19, p. 381–406, 1997.

LOWEN, R.S. *Creating the Cold War University*. University of California Press, Berkeley, CA, 1997.

LUCENA SILVA, Antonio Henrique. *Globalização Militar e a Ordem Militar Internacional: comparando as indústrias de defesa dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul)*. Tese (doutorado) em Ciência Política. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2015.

LUCIER, C. E. Changes in the Values of Arms Race Parameters. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 23, n° 1, p. 17-39, 1979.

LUMSDAINE, R. L.; PAPELL, D. H. Multiple Trend Breaks and the Unit Root Hypothesis. *Review of Economics and Statistics*, vol. 79, n° 2, p. 212-218, 1997.

LUTERBACHER, U. Arms Race Models: Where Do We Stand? *European Journal of Political Research*, n° 3, p. 199–217, 1976.

MACNAIR, E. S., et al. "Growth and defense: pooled estimates for the NATO alliance, 1951-1988". *Southern Economic Journal*, pp. 846-860, 1995.

MADDALA, G.S; KIM, I.M. *Unit Root, Cointegration and Structural Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

MADDALA, G.S., WU, S. A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 61, p. 631–652, nov 1999.

MADDOCK Report. *Civil Exploitation of Defence Technology*. Electronics Economic Development Council. London: NEDO, 1983.

MAIZELS, A; NISSANKE, M. The Determinants of Military Expenditure in Developing Countries. *World Development*, vol.14, n° 9, p. 1125-1140, 1986.

MAJESKI, S. Mathematical Models of the U. S. Military Expenditure DecisionMaking Processes. *American Journal of Political Science*, n° 27, p. 485-514, 1983.

MALERBA, Franco. The National System of Innovation: Italy. In: NELSON, R. R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press, 1993.

MALERBA, F.; MONTORBIO, F. Exploring factors affecting international technological specialization: The role of knowledge flows and the structure of innovative activity. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 13, n° 4, p. 411-434, 2003.

MANKIW, N. G.; ROMER, D; WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, n° 107, p. 407–437, 1992.

MARKUSEN, Ann. Should We Welcome a Transnational Defense Industry? In: REPPY, Judith (ed.). **The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation**. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

MARTIN, S. Do military exports stimulate civil exports? *Applied Economics* 34. 5 March 20: 599(7). InfoTrac One File. Thomson Gale, 2002.

MARUYAMA, M. Paradigmology and its application to cross disciplinarity, cross-professional and cross-cultural communications. *Cybernetica*, XVIII, 2, 136-280, 1974.

MAYER, J.; BUTKEVICIUS, A.; KADRI, A. Dynamic products in world exports. UNCTAD. Discussion paper 159, may 2002.

MAWDSLEY, Jocelyn. *The European Union and Defense Industrial Policy*. Bonn: Bonn International Center for Conversion, 2003.

MAZZA, Alexandre. *Manual de direito administrativo*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

MAZZOLENI, R., 1999. Innovation in the machine tool industry: a historical perspective on the dynamics of comparative advantage. In: Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), *The Sources of Industrial Leadership*. Cambridge University Press, New York, p. 169–216, 1999.

MCGUIRE, M. C. *Secrecy and the Arms Race*. Cambridge: MA: Harvard University Press, 1965.

MEDEIROS, E. S. et al. A New Direction for China's Defense Industry. RAND Project Air Force, 2005.

MEDEIROS, Sabrina Evangelista; MOREIRA, William de Sousa. Defense Economics and Institutional Economics: Close Relations for the Benefit of Development and Reputation. *Journal of Strategic and International Studies*, volume X, n°r 1, 2015.

MEHANNA, R.A. An Econometric Contribution to the U.S. Defence–Growth Nexus: Evidence from Error Correction Model. **Conflict Management and Peace Science**, vol. 21, n° 2, p. 121-131, April 2004.

MELESE, Francois; RICHTER, Anke e SOLOMON, Binyam. *Military Cost-Benefit Analysis: Theory and practice*. London: Routledge, 2015.

MENGER, K. Statistical metrics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, p. 535-537, 1942.

Ministry of Higher Education and Research. *Recherche et developpement, innovation et partenariat 2007*. Paris: Directorate General for Research and Innovation, Ministry of Higher Education and Research, 2007.

Ministry of Science (MOS). Science in Israel 1996/7: A Practical Guide, Jerusalem: Ministry of Science, 1997.

MINTZ, A.; STEVENSON, R. T. Defense Expenditures, Economic Growth, and the 'Peace Dividend': A Longitudinal Analysis of 103 Countries. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 39, p. 283–305, 1995.

MOMAYEZI, Nasser. International System and Arms Transfer. In: LEONARD, Thomas (Org.). *Encyclopedia of the Developing World*, vol.1, Nova York: Londres: Routledge, 2006.

MOREIRA, William. **International Aspects of Defence Policy in Brazil**. London: Kings College, 11-13 nov. 2015 (comunicação oral).

MORIN, E. *El Metodo IV*. Madrid: Ediciones Catedra S.A., 1998.

MOWERY, D.C. The U.S. National Innovation System: Origins and Prospects for Change. *Research Policy* vol. 21, n. 1, pp. 125-44, 1992.

\_\_\_\_\_. The Changing Structure of U.S. Industrial Research: Implications for R&D Organization in the Russian Federation. *International Journal of Technology Management* 9(5-7), pp. 89-102, 1994.

\_\_\_\_\_. Military R&D and Innovation. In: *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 2, capítulo 29, 2010.

MURALIDHAR, S. Knowledge management: a research scientist's perspective. In: SRIKANTIAH, T.K.; KOENIG, M.E.D. (eds.). **Knowledge Management for the Information Professional**. Medford: ASIST Monograph Series, 2000.

MURDOCH, J. C.; PI, C.R; SANDLER, T. The Impact of Defense and Non-defense Public Spending on Growth in Asia and Latin America. *Defence and Peace Economics*, vol. 8, n° 2, p. 205–224, 1997.

MURDOCH, J.C; SANDLER, T. Economic Growth, Civil Wars, and Spatial Spillovers. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 46, n° 1, p. 91-110, 2002a.

\_\_\_\_\_. Civil Wars and Economic Growth: A Regional Comparison. *Defence and Peace Economics*, vol. 13, n° 6, p. 451–464, 2002b.

MUSTAR, P. e LAREDO, P. Innovation and Research Policy in France (1980-2000) or the disappearance of the Colbertist State. *Research Policy*, vol. 31, n.1, pp. 55-72, janeiro de 2002.

MYERS, Jerome L.; WELL, Arnold D. **Research Design and Statistical Analysis**. New York: Routledge, 2010, 3rd edition.

MYLONIDIS, N. Revisiting the nexus between military spending and growth in the European Union. *Defence and Peace Economics*, vol. 19, p. 265–272, 2008.

NAKAJIMA, T. Catch-up in turn in a multi-country international trade model with learning-by-doing and invention. *Journal of Development Economics*, vol. 72, 2003.

NAVARRO-GALERA, A., MATURANA, R.I.O. Innovating in defence policy through spending efficiency: the life cycle costing model. *Journal Policy Mode*, vol. 33, p. 407–425, 2011.

NELSON, R.R. e ROSENBERG, N. Technical Innovation and National Systems. In: NELSON, R. R. (ed.). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

NERLOVE, M. Growth Rate Convergence, Fact or Artifact? An Essay on Panel Data Econometrics. In: RONCHETTI, E. (dd.), *Panel Data Econometrics: Future Directions: Papers in Honour of Professor Pietro Balestra*. Amsterdam: North-Holland, 2000.

NEUMAN, S. *Defense Industries and Global Dependency*. Orbis, summer, Elsevier, 2006.

NICKELL, S. Biases in Dynamic Models with Fixed Effects. *Econometrica*, vol. 94, nº 5, p. 1002-1037, 1981.

NONAKA, I. 'A dynamic theory of organizational knowledge creation'. In: **Organization Science**, vol. 5, no. 1, pp.14-37, 1994.

NYE, Joseph. **Bound to Lead: The Changing Nature of American Power**. New York: Basic Books, 1990.

ÖCAL, N. Are the Military Expenditures of India and Pakistan External Determinants for Each Other: An Empirical Investigation. *Defence and Peace Economics*, vol.14, p. 141 - 149, 2003.

OECD. *Manufacturing performance: a scoreboard of indicators*. Paris: OECD, 1994.

OECD/Eurostat/European Union. *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual, The Measurement of Scientific and Technological Activities*, OECD Publishing, Paris, 1997.

OECD/Eurostat. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities*, OECD Publishing, Paris, 2005.

OECD Reviews Innovation Policy: France 2014. OECD Publishing, Paris, 2014.

O'HARA, R. B.; SILLANPÄÄ, M. J. A Review of Bayesian Variable Selection Methods: What, How and Which. In: *Bayesian Analysis*, vol. 4, nº 1, p. 85-118, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, HIME, Aguiar e. *Lógica Difusa: aspectos práticos e aplicações*. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

OLSSON, U., *The Creation of a Modern Arms Industry in Sweden*. Gothenburg University, Institute of Economic History: Gothenburg, 1977.

OREN, I. The Indo-Pakistani Arms Competition: A Deductive and Statistical Analysis. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 38, nº 2, p. 185-214, 1994.

ORGANSKI, A.F.K. World Politics. New York: Alfred A. Knopf, p. 340, 1958.

OSTERMANN, Fernanda. A Epistemologia de Kuhn. Florianópolis, Caderno Catarinense de Física, vol. 13, nº 3, p.184-196, dez 1996.

OSTROM, C.W; MARRA, R.F. US Defense Spending and the Soviet Estimate. American Political Science Review, vol. 80, p. 819-842, 1986.

OSTRY, Sylvia; NELSON, Richard R. Techno-Nationalism and Techno-Globalism: Conflict and Cooperation. Washington, DC.: Brookings Institution, 1995.

OUAGRHAM, Sonia Ben. The specifics of the Soviet Defense Enterprises. In: GENIN, Vlad (Ed.). The Anatomy of Russian Defense Conversion. Califórnia: VEGA Press, 2001.

OURENS, Guzmán. Can the Method of Reflections help predict future growth? Discussion Paper 2013-8. Université Catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES) - Discussion Papers (IRES - Institut de Recherches Economiques et Sociales). Disponível em <<http://sites.uclouvain.be/econ/DP/IRES/2013008.pdf>>. Acesso em 14 set 2015.

PAGANO P.; SCHIVARDI, F. Firm size distribution and growth; Scandinavian Journal of Economics, Wiley Blackwell, vol. 105, n. 2, pp. 255-274, 2003.

PEDONE, Luiz. A Política e a Economia de Defesa e Segurança na Suécia e na Europa. In: VIII Encontro Nacional da ABED, 8 a 10 de setembro de 2014.

PELED, Dan. Defense R&D and Economic Growth in Israel: A research agenda. Presented at the “Science, Technology and the Economy Program” at the Samuel Neaman Institute for Advanced Research in Science and Technology, Technion-Israel Institute of Technology, January, 11, 2001.

PERANI, G. Military Technologies and comercial applications: Public policies in NATO countries. Centro Studi di Politica Internazionale. Roma, 1997.

PERLO-FREEMAN, S. e SOLMIRANO, C. Trends in world military expenditure, 2013. SIPRI Fact Sheet, April 2014.

PERLO-FREEMAN, S. et al. Trends in world military expenditure, 2014. SIPRI Fact Sheet, April 2015.

PERON, Alcides Eduardo dos Reis. A factibilidade da transferência de tecnologia e o spin-off no programa FX-2 da FAB.. In: 3º ENCONTRO NACIONAL ABRI 2001, 3., 2011, São Paulo. Proceedings online - Associação Brasileira de Relações Internacionais Instituto de Relações Internacionais – USP. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000122011000100001&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000122011000100001&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em 18 maio 2015.

PERRON, P. The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. Econometrica, vol. 57, p. 1361-1401, 1989.

PERRON, P.; VOGELSANG, T. J. Nonstationarity and Level Shifts with an Application to Purchasing Power Parity. *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 10, p. 301–320, 1992.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y. An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. In: S. H. Strom, Centennial Volume of Ragnar Frisch. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

PETERLEVITZ, T. Conceituando e medindo a democracia em Colômbia e Venezuela. 2011. 187f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciência Política, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PIERONI, L. Does defence expenditure affect private consumption? Evidence from the United States. *Econ. Model*, vol. 26, p.1300–1309, 2009a.

\_\_\_\_\_. Military expenditure and economic growth. *Defence of. Peace Economics*, vol. 20, p. 327–339, 2009b.

PONCET, Sandra; WALDEMAR, Felipe Starosta de. Export Upgrading and Growth: The Prerequisite of Domestic Embeddedness. *Elsevier: World Development*, volume 51, p. 104–118, nov 2013.

PORCILE, Gabriel. Heterogeneidade estrutural: conceito e evidências na América Latina. *Economia & Tecnologia – Ano 06*, vol. 21, abril/junho 2010.

PROENÇA JUNIOR. Domicio. Perfil Histórico-Bibliográfico da Indústria Bélica Brasileira. Dissertação de mestrado. 1987.

\_\_\_\_\_. Promessa tecnológica e vantagem combatente. *Revista Brasileira de Política Internacional*, v. 54, n. 2, 2011.

Protocol No. III (and Annexes) on the Control of Armaments, October 23, 1954. London and Parts Agreements, September-October 1964 (Department of State publication 5659; 1954), pp. 45-50. In: Lillian Goldman Law Library, Yale Law School, disponível em [http://avalon.law.yale.edu/20th\\_century/we005.asp](http://avalon.law.yale.edu/20th_century/we005.asp), acessado em setembro de 2015.

POPPER, Karl. A lógica das ciências sociais. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 3ª ed, 2004.

RAAB, J. Policy networks: towards theory construction? University of Konstanz, 2004.

RAM, Rati. Conceptual Linkages Between Defense Spending and Economic Growth and Development: A Selective Review,” In: PAYNE, James E.; SAHU, Anandi P. (org.). *Defense Spending and Economic Growth*. Boulder, CO: Westview Press, 1993.

\_\_\_\_\_. Defense expenditure and economic growth. In: HARTLEY, K.; SANDLER, T. (eds.), *Handbook of Defense Economics*. Amsterdam: Elsevier Science, vol. I, p. 251–273, 1995.

RAMOS, E. M. Country Survey XIX: Mexico. *Defence and Peace Economics*, vol.15, nº 1, p. 83–99, 2004.

RATTINGER, H. Armaments, Detente, and Bureaucracy. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 19, nº 4, p. 571-595, 1975.

REIS, Artur Faria dos. *Gastos Públicos: Investimentos em Infraestrutura no Período Pós-Privatizações. Textos para discussão UFF/ECONOMIA (TD 225), Dezembro/2007.* Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2007.

REITSCHULER, G; LOENING, J.L Modeling the Defense-Growth Nexus in Guatemala. *World Development*, vol. 33, nº 3, p. 513–526, 2005.

Report of the Council for Science. *Science and Society*, 1986.

REPPY, Judith (ed.). *The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation.* Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

Research, Development and Acquisition – Military-Civilian Technology Transfer, Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 25 jul 1991.

RICARDO, David. *Princípios de Economia Política e de Tributação.* Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983.

RICHARDSON, L. F. *Arms and Insecurity: A Mathematical Study of Causes and Origins of War.* Pittsburgh: Boxwood Press, 1960.

RICHE, Flávio Elias. *Paradigmas, Teorias e Conceitos em Relações Internacionais: uma análise metafórica.* Porto Alegre, Século XXI, vol1, nº 1, jan-dez 2010.

RICHTA, R. *La civilisation au carrefour.* Paris: Editions Anthropos, 1969.

RODRIGUEZ, Alberto; DAHLMAN, Carl; SALMI, Jamil. *Knowledge and innovation for competitiveness in Brazil.* Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2008.

ROLO, José Manuel. *Novos dados sobre a produção e venda de armas a nível mundial.* *Economia Global e Gestão*, vol.14, nº 1, Lisboa: abr. 2009.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, vol. 94, p. 1002-1037, 1986.

\_\_\_\_\_ Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, vol. 98, p. 71-102, 1990.

ROSEN, S. P. *Winning the next war: innovation and the modern military.* Ithaca: Cornell University Press, 1994.

ROSH, R. Third World Militarization: Security Webs and the States They Ensure. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 32, nº 4, p. 671-698, 1988.

ROSSETTI, José Paschoal. *Introdução à Economia.* 6ª edição, revisão atualizada, ampliada. São Paulo, Atlas, 1977.

ROUSSEAU, P.L; WACHTEL, P. Equity markets and growth: cross-country evidence on timing and outcomes, 1980–1995. *Journal Bank Finance*, vol. 24, p. 1933–1957, 2000.

ROYES, Gleiber Fernandes; BASTOS, Rogério Cid. *Fuzzy Sets in Political Science*. Vancouver: IFSA World Congress and 20<sup>th</sup> NAFIPS International Conference, 25-28 jul. 2001.

RUTTAN, Vernon W. *Is war necessary for economic growth?: Military procurement and technology development*. New York: Oxford University Press, 2006.

SABATO, Jorge A. Using science to manufacture technology. *Impact of Science on Society*, vol. 25, nº 1, 1975.

SACHS, J. A new map of the world. “The Economist”, April 2000 apud LONGO, Waldimir Pirró e. *Transferência de Tecnologia*, 2004. (documentação informal, texto aula)

SACHS, Jeffrey D.; LARRAIN, Felipe B. *Macroeconomics in the Global Economy*. New Jersey: Prentice-Hall, capítulo 18, 1993.

SAFDARI, M.; KERAMATI, J., MAHMOODI, M. The relationship between military expenditure and economic growth in four Asian countries. *The China. Buiness. Review*, nº 10, p. 112–118, 2011.

SAID, S. E; D. A. Dickey. Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order. *Biometrika*, vol. 71, p. 599-607, 1984.

SAKURAI, Noribisa; IOANNIDIS, Evangelos; PAPACONSTANTINOU, George. *The impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s(1996/2)*. Paris: OECD, Directorate for Science, Technology and Industry Working Papers, 1996.

SALA-I-MARTIN, X. DOPPELHOFER, G.; MILLER, R. I. Determinants of Long-Term Growth: A Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) Approach. *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 94, nº 4, p. 813-835, set 2004.

SALEJ Gomes, Ana Paula. *Os desafios das políticas sociais na contemporaneidade: o caso da prefeitura de Belo Horizonte*. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciência Política, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SALEJ, Ana Paula; MATOS, Marlise. Diferentes perfis de representação política feminina [sic] nos países da América Latina e Caribe: os desafios metodológicos da abordagem multidimensional a partir do GoM. 34º Encontro Anual da ANPOCS, Caxambu, 25 a 29 de outubro de 2010.

SAMUELS, Richard. *Rich Nation Strong Army. National Security and the Technological Transformation of Japan*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994.

SANDLER, Todd; HARTLEY, Keith. *The Economics of Defence*. New York: Cambridge University Press, 1995.

SANDRI, Sandra; CORREA, Cláudio. Lógica Nebulosa. In: V Escola de Redes Neurais, Promoção - Conselho Nacional de Redes Neurais. p. c073-c090, 19 de julho- ITA, São José dos Campos - SP, 1999.

SATORU OCHI, Luiz; DIAS, Carlos Rodrigo; SOARES, Stênio S. Furtado. Clusterização em Mineração de Dados. In: Livro da Escola Regional de Informática Rio de Janeiro – Espírito Santo (ERI RJ/ES) IV ed. Nov 2004, p. 19-21. Vitória/ES, Rio das Ostras/RJ, 2004.

SAY, Jean-Baptiste. A Treatise on Political Economy. Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., 6th edition, 1855 (orig. 1803).

SCHÖN, Lennart. Sweden – Economic Growth and Structural Change, 1800-2000. In: WHAPLES, R. (ed.). EH.Net Encyclopedia, 10 fev 2008. Disponível em <<http://eh.net/encyclopedia/sweden-economic-growth-and-structural-change-1800-2000/>>. Acesso em 7 fev 2014.

SCHUMPETER, J.A. The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle, translated from the German by Redvers Opie, New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers, 2008 (orig. 1934).

SCHWEIZER, B.; SKLAR, A. Associative functions and statistical triangle inequalities. Publicationes Mathematicae Debrecen, p. 168-186, 1961.

SCHWAM-BAIRD, David M. International System and Arms Transfer. In: LEONARD, Thomas (Org.). Encyclopedia of the Developing World, vol.1. Nova York/Londres: Routledge, 2005.

SCHWAM-BAIRD, David M. Military ideologies in the making of Brazil's arms industry. Maryland: University Press of American Inc, 1997.

SEDAITIS, Judith. The Russian National System of Innovation. In: REPPY, Judith (ed.). The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

SERFATI, Claude. The Place of the French Arms Industry in its National System of Innovation and in the Governmental Technology Policy. In: REPPY, Judith (ed.). The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation. Ithaca: Cornell University Peace Studies Program, 2000.

SERRÃO, Nathalie T. Poder Nacional: um estudo exploratório de avaliação comparativa, destacando a influência do fator C&T. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos) – Instituto de Estudos Estratégicos (INEST), Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2010.

SEZGIN, S. Country survey X: Defence spending in Turkey. Defence and Peace Economics, vol. 8, nº 4, p. 381–409, 1997.

\_\_\_\_\_. An Empirical Analysis of Turkey's Defence-Growth Relationships with A Multi-Equation Model (1956-1994). *Defence and Peace Economics*, vol.12, nº 1, p. 69- 86, 2001.

SEZGIN, S.; YILDIRIM J. The demand for Turkish defence expenditure. *Defence of. Peace Economics*, vol. 13, p. 121–128, 2002.

SHEN, C.H.; LEE, C.C. Same financial development yet different economic growth — why? *Journal Money Credit Bank*, vol. 38, nº 7, p. 1907–1944, 2006.

SHLYKOV, Vitaliy. The Structural Militarization of the Soviet Economy: The Unknown Phenomenon. In: GENIN, Vlad (ed.). *The Anatomy of Russian Defense Conversion*. Califórnia: VEGA Press, 2001.

SILJAK, D. D. On the Stability of the Arms Race. In: ZIMMES, J. V. *Mathematical Systems in International Relations Research*. New York: Praeger Publishers, 1977.

SIPRI. (vários anos). *SIPRI Yearbook, World Armaments and Disarmaments*. Oxford: Oxford University Press.

SIPRI. Total arms sales for the SIPRI Top 100 2002-2013, Stockholm International Peace Research Institute, 2014.

SIPRI. Measuring arms production, Stockholm International Peace Research Institute, disponível em [www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring\\_aprod](http://www.sipri.org/research/armaments/production/researchissues/measuring_aprod). Acesso em 06 set 2015.

SMITH Adam. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. W. Strahan and T. Cadell, London, 1776.

SMITH, Adam Inquérito sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações. Vol. I, 6ª ed. Vol. II, 5ª ed. Coimbra: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

SMITH, Dan; SMITH, Ron. *Military Expenditure, Resources and Development*. University of London, Birkbeck College Discussion Paper, nº 87, nov 1980.

SMITH, R. Military Expenditure and Investment in OECD Countries 1954-1973. *Journal of Comparative Economics*, vol. 4, nº 1, p. 19-32, 1980.

\_\_\_\_\_. Models of Military Expenditure. *Journal of Applied Econometrics*, vol.4, nº 4, p. 345-359, 1989.

\_\_\_\_\_. The Demand for Military Spending. In: HARTLEY, K; SANDLER, T, *Handbook of Defense Economics*. Amsterdam: Elsevier Science, 1995.

SMITH, R.P.; DUNNE, P; NIKOLAIDOU, E. The Econometrics of Arms Races. *Defence and Peace Economics*, vol. 11, p. 31-43, 2000.

SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, p. 65-94, 1956.

SOMBART, Werner. *Krieg und Kapitalismus*. Verlag von Duncker & Humblot München und Leipzig, 1913.

SPIELKAMP, A. e VOPEL, K. *National Innovation System and Mapping Innovative Clusters at the Firm Level*. OCDE, 1997

STAUB, Eugênio. Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação. In: *Parcerias Estratégicas*, nº 13. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Estudos Estratégicos, dez 2001.

STECKLER, A, et al. Toward integrating qualitative and quantitative methods: An introduction. *Health Education Quarterly*, vol. 19, nº 1, p. 1–8, 1992.

STOCK, J. H; WATSON, M. W. A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, vol. 61, p. 783-820, 1993.

STOWSKY, Jay. From spin-off to spin-on: redefining the military's role in American technology development. In: Sandholtz, W., Borrus, M., Zysman, J., Conca, K., Stowsky, J., Vogel, S., Weber, S. (Eds.), *The Highest Stakes*. New York: Oxford University Press, p. 114–140, 1992.

\_\_\_\_\_. “The History and Politics of the Pentagon's Dual-Use Strategy.” In: **Arming the Future: A Defense Industry for the 21st Century**. MARKUSEN, Ann; COSTIGAN, Sean (eds.). New York: Council on Foreign Relations, 1999.

STRANGE, S. *State and Market*. Londres: ed. Pinter Publishers, 1988.

STROUP, M.D.; HECKELMAN, J.C. Size of the military sector and economic growth: a panel data analysis of Africa and Latin America. *Journal of Applied Economics*, nº IV, p. 329–360, 2001.

SUN, Q.; YU, Q. Determinants of China's Military Expenditures: 1965-93. *Journal of Peace Research*, nº 36, p. 23-33, 1999.

SVEIBY, K. E. **The Hew Organizational Wealth: Managing & Measuring Knowledge-Based Assets**. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, Inc., 1997.

SVETLICIC, Marjan. Globalization, economic integration and political disintegration. In: *Development and International Cooperation*, vol. 9, n. 16, jun. 1993. In: BAUMANN, Renato (org) – *O Brasil e a Economia Global*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1996.

TACCHELLA, Andrea et al. A New Metrics for Countries' Fitness and Products' Complexity. *Scientific Reports* vol. 2, n. 723, 10 out 2012.

TAMBUDZAI, Z. Determinants of Zimbabwe's Military Expenditure, 1980-2003. The Biennial Conference of the Economic Society of South Africa (ESSA). Durbanm, South Africa. 179, 2005.

\_\_\_\_\_. Military Burden Determinants in Southern Africa, 1996-2005: A Cross-section and Panel Data Analysis. Economic Development in Africa Conference. Oxford: St Catherine's College, 2007.

TASHAKKORI, A., & TEDDLIE, C. Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches. *Applied Social Research Methods*, n. 46. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998.

TAYLOR, T.; HAYWARD, K. The UK Defence Industrial Base: Development and Future Policy Options. London: Brassey's, 1989.

TEUBAL, M. The Innovation System of Israel: Description, Performance, and Outstanding Issues. In: NELSON, R. R. (ed.). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, pp. 476-502. New York: Oxford University Press, 1993.

THEOTÔNIO DOS SANTOS. The Structure of Dependence. *American Economic Review* n. 60, pp. 231-236, May 1970.

TODA, H.Y.; YAMAMOTO, T. Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated process. *Journal of Economic*, vol. 66, p. 225-250, 1995.

TOFFLER, Alvin. *Powershift: Knowledge, Wealth, and Violence at the Edge of the 21st Century*. New York: Ed. Bantam Books, 1990.

TOFFLER, Alvin; TOFFLER, Heidi. *War and Anti-War: Survival at the Dawn of the 21st Century*. Boston: Little, Brown and Company, 1993.

TOULMIN, S. *Human Understanding*. Oxford, Clarendon Press, 1972.

TREBILCOCK, Clive. "Spin-Off" in British Economic History: Armaments and Industry, 1760-1914. *The Economic History Review*. Volume 22, Issue 3, pages 474-490, December 1969.

TROSTER, R. L; MOCHÓN, F. *Introdução à Economia*. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2002.

U.S. AIR FORCE. **F-16 Fighting Falcon** (Fact Sheet Display), 23 set 2015a. Disponível em <<http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104505/f-16-fighting-falcon.aspx>> Acesso em 30 de setembro de 2015.

U.S. AIR FORCE. **F-22 Raptor** (Fact Sheet Display), 23 set 2015b. Disponível em <<http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104506/f-22-raptor.aspx>> Acesso em 30 de setembro de 2015.

U.S. AIR FORCE. **F-35A Lightning II** Conventional Takeoff and Landing Variant (Fact Sheet Display), 11 abril 2014. Disponível em

<<http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/478441/f-35a-lightning-ii-conventional-takeoff-and-landing-variant.aspx>>. Acesso em 30 de setembro de 2015.

U.S. Department of Homeland Security. **Defense Industrial Base Sector 2015**. Disponível em < <http://www.dhs.gov/defense-industrial-base-sector>>. Acesso em: 23 de setembro de 2015.

VAN EVERA, Stephen. Guia para estudantes de Ciencia Política. ¿Qué son los estudios de caso? Como debieran realizarse? Barcelona: Ed. Gedisa, 2002.

VINER, Jacob. Power versus Plenty as Objectives of Foreign Policy in the Seventeenth and Eighteenth Centuries. *World Politics*, vol. 1, p. 1-29, 1948.

WALKER, W, National innovation systems: Britain. In: NELSON, R.R. (ed.). *National Innovation Systems*. New York: Oxford University Press, p. 158–191, 1992.

WALLACE, M.D; J.M. Wilson. Non-linear Arms Race Models. *Journal of Peace Research*, vol. 15, p.175-192, 1978.

WALTON, S. A. (ed.). *Instrumental in war: science, research, and instruments between knowledge and the world*. Boston: Brill, 2005.

WANG, T.P.; SHYU, S. H. P.; CHOU, H.C. The impact of defense expenditure on economic productivity in OECD countries. *Economic Modelling*, vol.29, p.2104–2114, 2012.

WARD, M. D. et al. Military Spending in India: Country Survey I. *Defence Economics*, vol. 3, nº 1, p. 41-63, 1991.

WATKING. Contra a “Ciência Normal”. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (org.). *A Crítica e o Desenvolvimento*. São Paulo: Ed. Cultrix, p. 33-48, 1979.

WEEDE, E. Rent Seeking, Military Participation and Economic Performance in LDCs. *Journal of Conflict Resolution*, vol. 30, p. 291-314, 1986.

WESSNER, C. W. How Does Germany Do It? *Mechanical Engineering*, 135, pp. 42-47, 2013.

WEZEMAN, P. D. e WEZEMAN, S. T. Trends in International Arms Transfers, 2014. SIPRI Fact Sheet, March 2015.

WHISTON, James. *A discourse of the decay of trade: the necessity of recovering: the danger of neglecting: the advantage of effecting: with the proper means to accomplish the same; whereby the war if self will become as certainly advantageous, as a peace will be destructive*. Humbly presented by James Whiston (orig. 1693). Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Library, 2012.

WHITEMAN, Marjorie M. *Digest of International Law*, vol. 1, US State Department. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, pp 650–652, 1963.

WHYNES, D. *The Economics of Third World Military Expenditures*. Austin: University of Texas Press, 1979.

WOLFSON, M. A Mathematical Model of the Cold War. Peace Research Society, vol. 9, p. 107-123, 1968.

\_\_\_\_\_. Perestroika and the quest for peace. Defense Economics, vol. 1, n° 3, p. 221-232, 1990.

WOOLDRIDGE, J. M. Econometric Analysis of Cross-section and Panel Data. MIT Press, Cambridge, MA, 2002.

\_\_\_\_\_. Applications of generalized method of moments estimation. Journal of Economic Perspectives, vol. 15, n. 4, pp. 87–100, 2001.

WORD DEVELOPMENT INDICATORS - WDI. World Bank, Washington D.C, 2006.

XUEYONG, Li. Beefing Up Efforts to Speed Up Indigenous Innovation, Focusing Attention on Accomplishing Transition of Economic Development Model. Qiushi, vol. 1, 2010.

YAKOVLEV, P. Arms Trade, Military Spending, and Economic Growth. Defence and Peace Economics, vol. 18, n° 4, p. 317–338, 2007.

YILDIRIM, J.; SEZGIN, S. Democracy and Military Expenditure: A Cross-Country Evidence. Transition Studies Review, vol. 12, n° 1, p. 93-100, 2005.

YILDIRIM, J.; SEZGIN, S.; ÖCAL, N. Military Expenditure and Economic Growth in Middle Eastern Countries: A Dynamic Panel Data Analysis. Defence and Peace Economics, vol. 16, n° 4, p. 283–295, 2005.

YU, M. The Impact of US-China Relations on Taiwan's Military Spending: An Analytical Model of Error Correction Mechanism. Boston: APSA's Annual Meeting, 2002.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. Information and Control, vol. 8, n° 3, pp. 338-353, 1965.

\_\_\_\_\_. Fuzzy logic=computing with words. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 4, n°. 2, May 1996.

ZIVOT, E.; ANDREWS, K. Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. Journal of Business and Economic Statistics, vol. 10, n° 3, p. 251–270, 1992.

**APÊNDICE A – Equiparação entre classificação de Intensidade Tecnológica da OCDE e classificação de produtos SITC (ONU)**

**Tabela 3 - Atribuição das notas de intensidade tecnológica às categorias (setores do SITC) de produtos baseada na classificação de intensidade tecnológica da OCDE**

SITC	Intensidade Tecnológica						
100	1	4700	1	8410	6,5	8456	9
200	2	4800	1,5	8411	7,625	8457	7
300	1	4900	2	8412	7	8458	6
400	1	5000	2	8413	6	8459	7
500	2	5100	1,5	8414	6	8460	7
600	0,5	5200	2	8415	7,5	8461	7
700	1,5	5300	1,5	8416	6,875	8462	7
800	1,5	5400	0	8417	6,875	8463	6,5
900	2	5500	0	8418	6,95	8464	7,125
1000	2,5	5600	1	8419	7,45	8465	6,5
1100	3	5700	2	8420	6	8466	6
1200	1,5	5800	3	8421	7,7	8467	6
1300	4	5900	3	8422	6,25	8468	7
1400	1,5	6000	1	8423	6	8469	8
1500	2,5	6100	1	8424	6	8470	8
1600	2,5	6200	2	8425	7	8471	9
1700	3	6300	2	8426	7	8472	8
1800	3	6400	2	8427	7	8473	8
1900	3	6500	1,5	8428	7	8474	7,375
2000	2,5	6600	2,25	8429	7	8475	7,25
2100	2,5	6700	2	8430	7	8476	7
2200	3	6800	4	8431	6	8477	7,25
2300	0,5	6900	4	8432	6,25	8478	6
2400	2,5	7000	4,125	8433	6,25	8479	7
2500	4	7100	4,75	8434	6,25	8480	6
2600	4,5	7200	4,5	8435	6	8481	6
2700	5	7300	4,5	8436	6,375	8482	6,5
2800	7	7400	4,5	8437	6,375	8483	7,25
2900	7	7500	4,5	8438	6,5	8484	6
3000	9,5	7600	4,5	8439	6,25	8485	6
3100	6,25	7800	4,5	8440	6	8500	9,5
3200	6	7900	4,5	8441	6,25	8600	6,75
3300	7,25	8000	4,5	8442	6	8700	7,5
3400	5,25	8100	4,5	8443	6	8800	10
3500	5,5	8200	4,625	8444	6	8900	7,25
3600	5	8300	4,625	8445	6	9000	9,875
3700	7	8400	6,736764706	8446	6	9100	8
3800	6	8401	10	8447	6,25	9200	3
3900	5,25	8402	7	8448	6	9300	4
4000	5	8403	7	8449	6	9400	1
4100	0,5	8404	6	8450	6,5	9500	3

<b>SITC</b>	<b>Intensidade Tecnológica</b>						
4200	1,5	8405	6,875	8451	6,375	9600	2
4300	2	8406	7	8452	6,25	9700	1
4400	1,5	8407	7,7	8453	6	8456	9
4500	1,5	8408	7,7	8454	6,5	8457	7
4600	1	8409	6	8455	6,5	8458	6

**APÊNDICE B – Levantamento de Estudos Empíricos sobre Defesa e Crescimento**

<b>AUTOR</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>AMOSTRA</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Adams, Behrman e Boldin (1991)	1974-1986		Modelo de tipo Feder de três setores.	Sem relação causal.
Aizenman e Glick (2006)	1989-1999	90 países.	Análise de corte transversal.	Gastos militares na presença de ameaças promove crescimento econômico.
Alexander (1990)	1974-1985	9 países desenvolvidos.	Modelo de tipo Feder de quatro setores.	Sem relação causal.
Alptekin e Levine (2010)		32 estudos empíricos com 169 estimativas.	Meta-regressão (MRA) com modelo de efeitos fixos e modelo de efeitos aleatórios.	Discreto impacto positivo direto das despesas militares sobre o crescimento econômico, efeito "genuíno" e sem viés de publicação. As variações nos resultados são, majoritariamente, devido a diferenças metodológicas, diferenças na amostra, nos períodos e na equação adotada.
Atesoglu e Mueller (1990)	1949-1989	EUA.	Modelo de tipo Feder de dois setores.	Discreto impacto positivo das despesas militares sobre o crescimento econômico.
Batchelor, Dunne e Saal (2000)	1964-1995	África do Sul.	Modelo de tipo Feder de dois setores com método autoregressivo de defasamentos.	Não há efeito significativo para o crescimento produtivo agregado, mas há impacto negativo no crescimento da produção industrial.
Benoit (1973, 1978)	1950-1965	44 países em desenvolvimento.	Análise de correlação.	Impacto positivo da defesa no crescimento econômico.
Blomberg (1996)	1967-1982	70 países.	Modelo tipo Deger.	Mesmo levando em consideração as externalidades positivas do aumento da segurança advindo dos gastos militares em uma situação de instabilidade política, os resultados indicam que o efeito de evicção é maior do que o efeito de spin-off, neutralizando seu impacto.
Biswas (1983)	1981-1989	74 países em desenvolvimento.	Análise de correlação e modelo tipo Feder de dois setores.	Impacto positivo e significativo de gastos com defesa no crescimento econômico.
Biswas e Ram (1986)	1960-1970 e 1970-1977	58 países em desenvolvimento.	Análise de correlação.	Sem relação causal para países de baixa-renda
Chang et al. (2011)	1992-2006	90 países.	Método dos momentos generalizado (GMM).	Gastos militares têm impacto negativo intermediário em países de baixa renda e impacto negativo significante estatisticamente para Europa, Oriente Médio e sul da Ásia.
Chen, Lee e Chiu (2014)	1988-2005	137 países.	Método dos momentos generalizado (GMM) em duas fases.	Direção causal de renda para defesa com impacto negativo para países com baixa renda. Direção causal de defesa para renda com impacto negativo para países com renda média baixa. Direção causal de defesa para renda com impacto positivo para países de alta renda.
Chowdhury (1991)	1961-1987	55 países em desenvolvimento.	Teste de causalidade de Granger.	30 países sem relação causal, 15 países com direção de defesa para crescimento, 7 países com direção de crescimento para defesa e 3 países bidirecionais.
D' Agostino et al. (2011)	1958-2005	E.U.A.	Modelo de crescimento não linear com métodos semi-paramétricos.	Dispêndio militar tem impacto positivo no crescimento econômico.
Dakurah et al. (2001)	1975-1995	48 países em desenvolvimento.	Teste de causalidade de Granger ampliado para considerar cointegração e não estacionariedade.	18 países sem relação causal, 13 países com direção de defesa para crescimento, 10 países com direção de crescimento para defesa e 7 países com causalidade bidirecional.
Deger e Sen (1983a)	1965-1973	50 países em desenvolvimento.	Método dos Mínimos Quadrados de três estágios.	Gastos em defesa têm impacto direto positivo no crescimento econômico e impacto indireto negativo por meio da redução no investimento. O efeito "líquido" ou saldo é negativo.
Deger e Smith (1983b)	1965-1973	50 países em desenvolvimento.	Método dos Mínimos Quadrados de três estágios.	Gastos em defesa têm impacto direto positivo no crescimento econômico e impacto indireto negativo por meio da redução no investimento. O efeito "líquido" ou saldo é negativo.

Deger (1986b)	1965–1973	50 países em desenvolvimento.	Método dos Mínimos Quadrados de três estágios.	Gastos militares têm impacto negativo no crescimento econômico.
Derouen (2000)		Israel.	Modelo de função de produção de três setores, sensível aos efeitos do aumento de tecnologia civil e de externalidades de origem civil e de origem militar.	Quando a variável de controle é o crescimento tecnológico, incremento nas despesas militares diminuem crescimento no curto-prazo. Gastos não-militares aumentaram o crescimento econômico.
Dicle e Dicle (2010)	1975-2004	65 países.	Modelo vetorial autorregressivo (VAR) com dados em painel e teste de causalidade de Granger.	Dispêndio militar e crescimento econômico têm uma relação causal bidirecional positiva.
Dunne, Nikolaidou, Vougas (1998)	1960-1996	Grécia e Turquia.	Modelo vetorial autorregressivo (VAR) de técnicas de causalidade de Granger pré-cointegração padrão.	Impacto negativo de gastos de defesa (em percentagem do PIB) no crescimento econômico para Turquia.
Dunne (2000)			Revisão sistemática da literatura empírica sobre o tema.	A literatura sugere que, no melhor dos casos, gastos de defesa não afetam o crescimento econômico, mas, provavelmente, sim há impacto negativo. "Certamente, não há evidência suficiente de efeito positivo".
Dunne, Nikolaidou e Roux (2000)	1961-1997	África do Sul.	Modelo de tipo Deger de quatro equações.	Impacto negativo total de gastos militares no crescimento econômico.
Dunne e Tian (2013)	1988-2010	104 países e sub-amostra de países africanos.	Modelo de crescimento exógeno e métodos para dados em painel dinâmico.	Significante efeito negativo de gastos militares sobre o crescimento econômico tanto para o conjunto total de países quanto para a amostra de países africanos.
Eliasson (2010)	1982-2007	Suécia.	Combinação de estimativas econométricas, métodos qualitativos e estudo de caso no desenvolvimento de um "multiplicador de transbordamentos" ou "Spillover Multiplier".	O programa de desenvolvimento do caça JAS 39 Gripen gerou um retorno social para a economia sueca na ordem de grandeza de, pelo menos, 2.6 vezes o investimento original, o que significa um investimento médio anual de 0.17% do PNB e retorno social de 0.43%.
Faini, Annez e Taylor (1984)	1950-1972	69 países.	Modelo de efeitos fixos.	Impacto negativo dos gastos militares sobre a taxa de crescimento de países em desenvolvimento. Igualmente, aumento nos gastos militares é acompanhado de decréscimo da taxa de investimento em percentagem do PIB.
Frederiksen e Looney (1983)	1950-1965	44 países em desenvolvimento.	Análise de correlação.	Impacto positivo no crescimento econômico em países ricos (recursos financeiros relativamente abundantes) e impacto negativo em países pobres (recursos limitados).
Gadea et al. (2004)	1960–1999	15 países da OTAN.	Cointegração.	A direção causal parte da renda para a defesa. Aumento no PIB corresponde a aumento nos gastos militares.
Galvin (2003)	1999	64 países em desenvolvimento.	Método dos Mínimos Quadrados de dois e de três estágios.	Dispêndio militar tem impacto total negativo no crescimento econômico. O impacto é ampliado para países de renda intermediária, mas não para países de baixa-renda.
Gerace (2002)	1951–1997	EUA.	Análise espectral.	Sem relação causal.
Heo (1998)		80 países.	Modelo de crescimento não-linear.	50 países com impacto negativo dos gastos com defesa no crescimento econômico, 24 países com impacto positivo e 6 países sem relação causal entre ambos.
Hou (2009)	1960-2007 (Índia); 1975-2004 total	36 países mais Índia.	Modelo de ação-reação e modelo de crescimento de Solow com cointegração.	Impacto líquido negativo de gastos militares no crescimento econômico. Impacto positivo para a Índia considerando somente o efeito direto.
Huang e Mintz (1990)	1952-1988	EUA	Modelo de tipo Feder de três setores.	Sem efeito global significativo de gastos militares no crescimento econômico.
Huang e Mintz (1991)	1952-1988	EUA	Modelo de tipo Feder de três setores.	Sem externalidades significativas ou efeito significativo no fator de produtividade de gastos com a defesa no crescimento econômico.

Iluaw e Nlitz (1990)	1949-1988	EUA.	Modelo de tipo Feder de dois setores.	Sem efeito global significativo de gastos militares no crescimento econômico.
Joerding (1986)	1962-1977	57 países em desenvolvimento.	Teste de causalidade de Granger.	A relação causal parte da renda para a defesa.
Kalaitzidakis e Tzouvelekas (2007)	1980-1995	17 países da OCDE e 38 não-OCDE.	Modelo de crescimento endógeno.	Relação não linear: se há despesas militares acompanhadas de ameaça proporcional, o crescimento econômico é incentivado, mas despesas sem ameaças e ameaças sem despesas afetam negativamente o crescimento.
Karagianni and Pempetzoglu (2009)	1949-2004	Turquia.	Teste de causalidade de Granger linear e não-linear.	Linear: a direção da causalidade vai da renda para a defesa. Não-linear: direção de causalidade de defesa para renda.
Karagol (2006)	1960-2002	Turquia.	Função de resposta a impulso, decomposição da variância e cointegração.	Direção de causalidade de defesa para renda.
Kelly e Rishi (2003)	1980-1989	44 países.	Modelagem do impacto de gastos militares na produção de seis setores industriais: <i>i</i> ) maquinário elétrico; <i>ii</i> ) ferro e aço; <i>iii</i> ) motores; <i>iv</i> ) produtos metálicos; <i>v</i> ) metais não ferrosos; e <i>vi</i> ) equipamentos de transportes.	1) O impacto direto na produção foi negativo em todas as seis indústrias, especialmente em maquinário elétrico, produtos metálicos e equipamento de transporte. 2) Os gastos relacionados a comércio de armamentos tiveram efeito negativo em cinco indústrias (exceto ferro e aço). 3) Os gastos militares tiveram efeito negativo ou insignificante em capital físico de todas as indústrias, exceto produtos metálicos, enquanto o efeito em capital humano foi negativo em quatro, exceto ferro e aço e produtos metálicos.
Khalid e Mustapha (2014)	1980-2011	China.	Método auto regressivo de defasamentos e teste de causalidade de Granger.	Impacto negativo dos gastos militares no crescimento econômico no curto prazo e inconclusivo no longo prazo. Relação de causalidade unidirecional de PIB para gastos militares.
Khin Ma Ma Myo (2013)	1985-2000	18 países asiáticos.	Método dos Mínimos Quadrados em modelo tipo Deger.	Nenhum efeito significativo de gastos de defesa no crescimento econômico, mas impacto negativo na relação renda/poupança nos países asiáticos.
Klein (2004)	1970-1996	Perú.	Modelo tipo Deger de equação simultânea.	Efeito geral negativo de despesas militares sobre crescimento econômico e efeito de evicção ou deslocamento de recursos.
Knight et. al. (1996)	1971-1985	79 países.	Modelo de efeitos fixos.	Impacto negativo dos gastos militares no investimento.
Kollias et. al. (2004a)	1964-1999	Chipre.	Modelo vetorial autorregressivo (VAR).	Relação causal bidirecional entre defesa e renda.
Kollias et al. (2004b)	1961-2000	União Européia.	Modelo de correção de erro vetorial.	Relação entre defesa e crescimento econômico não possui um padrão.
Kollias et al. (2007)	1961-2000	União Européia.	Modelo de efeitos fixos, método dos momentos generalizado (GMM) e cointegração com dados de painel.	Relação causal bidirecional entre defesa e renda.
Kollias and Paleologou (2013)	1956-2004	E.U.A.	Teste de causalidade de Granger linear e não-linear.	Linear: direção causal de defesa para renda no curto-prazo e bidirecional no longo-prazo; não-linear: direção causal de renda para defesa.
Kusi (1994)	1971-1989	77 países em desenvolvimento.	Teste de causalidade de Granger.	Relação entre defesa e crescimento econômico não possui um padrão.
Lai et al. (2005)	1953-2000	Taiwan e China continental.	Modelo vetorial autorregressivo de limiar multivariado.	China: direção causal de defesa para renda; Taiwan: causalidade bidirecional entre defesa e renda.
Landau (1986)	1960-1980	65 países em desenvolvimento.	Análise multivariada.	Discreto impacto positivo de gastos militares no crescimento econômico.
Landau (1993)	1969-1989	71 países em desenvolvimento.	Modelo de crescimento ad hoc.	Gastos militares têm impacto inicial efeito positivo sobre o crescimento, mas torna-se negativo em níveis mais elevados de dispêndio com defesa. Sem efeito significativo em subamostra de 47 países.

Lebovic and Ishaq (1987)	1973-1982	20 países do Oriente Médio.	Modelo tipo Deger de três equações.	Efeito negativo de despesas militares sobre crescimento econômico.
Lee and Chen (2007a)	1988-2003	27 países da OCDE e 62 não-OCDE.	Cointegração e teste de causalidade em dados de painel.	Causalidade bidirecional entre defesa e renda.
Lee and Chen (2007b)	1960-2002	Taiwan.	Threshold autoregression (TAR).	Causalidade unidirecional de defesa para crescimento econômico para níveis baixos de gastos militares, enquanto relação causal inexistente para níveis elevados de gastos militares.
Lichtenberg (1988)	1979-1984	E.U.A. 169 empresas industriais.	Análise estatística.	Taxa de retorno de contratos de defesa é marginal.
Lim (1983)	1965-1973	54 países em desenvolvimento.	Modelo Harrod-Domar de crescimento econômico.	Impacto negativo de gastos militares no crescimento econômico.
Martin (2002)	1970-1997	Grã-Bretanha.	Análise multivariada.	Diminuição de exportações bélicas tem impacto positivo em termos econômicos e sociais pela redistribuição dos recursos, uma vez que as empresas da indústria de defesa britânica são pesadamente subsidiadas pelo governo. Não há efeito estimulador de exportações civis por meio da exportação de armamento.
Macnair et al. (1995)	1951-1988	10 países da OTAN.	Modelo de tipo Feder estendido.	Efeito positivo dos dispêndios com defesa no crescimento econômico.
Mehanna, Rock-Antoine (2004)	1959-2001	EUA.	Cointegração, modelo de correção de erro vetorial e modelo vetorial autorregressivo (VAR)	Sem efeito significativo de gastos militares no crescimento econômico.
Mintz e Huang (1990)		EUA.	Modelo de acelerador flexível de investimento.	Gastos militares têm impacto negativo no investimento.
Mintz e Stevenson (1995)	1950-1985	103 países.	Modelo de tipo Feder de três setores.	Gastos públicos não-militares têm impacto positivo e significativo no crescimento econômico. Para a maioria dos países, não aparece correlação entre gastos militares e crescimento.
Mueller e Atesoglu (1993)	1948-1990	EUA.	Modelo de tipo Feder de mudanças tecnológicas.	Pequeno efeito positivo de dispêndio com defesa no crescimento econômico.
Murdoch, Pi e Sandler (1997)		8 países asiáticos e 16 países latino-americanos.	Modelo de efeitos fixos bidirecional.	Gastos militares têm impacto positivo no crescimento econômico, mas para os países latino-americanos, outras formas de gastos públicos são mais produtivas.
Murdoch e Sandler (2002b)	1961-1990	85 países.	Análise de corte transversal e de dados em painel com modelo de efeitos fixos.	Analisa o impacto de guerras civis na renda per capita estacionária para os países envolvidos e os seus vizinhos, concluindo que têm um impacto negativo para todos no curto-prazo, mas seu impacto diminui consideravelmente a longo-prazo. Na análise por regiões geográficas, África é a região com maior capacidade de recuperação.
Ram (1994)	1965-1973, 1973-1980 e 1980-1990	71 países em desenvolvimento.	Modelo tradicional, modelo de tipo Feder de dois setores e modelo de efeitos fixos.	Nenhum efeito significativo de gastos de defesa no crescimento econômico para os modelos tipo Feder. Nos modelos tradicionais, é possível encontrar efeitos positivos, bem como negativos de gastos militares utilizando proxies diferentes para a defesa e em diferentes períodos e grupos de países.
Ram (1995)	1973-1995	Estudos econométricos sobre dispêndio de defesa e crescimento econômico.	Meta-análise.	Impacto positivo do lado da oferta, impacto negativo do lado da demanda e impacto total insignificante em qualquer direção.

Ramos (2004)	1970-2000	México.	Método dos Mínimos Quadrados de três estágios em modelo tipo Deger.	Gastos militares têm impacto total positivo no crescimento, apesar do impacto negativo em poupança.
Rasler e Thompson (1988)		Líderes sistêmicos dos séculos XIX e XX.	Modelo de tipo Feder.	Evidências de efeitos adversos de gastos militares no investimento.
Reitschuler e Loening (2004)	1951-2001	Guatemala.	Modelo tipo Feder não-linear de dois setores.	Gastos militares têm impacto positivo no crescimento econômico somente em valores inferiores a 0.33% do PIB. Acima disso, o efeito passa a ser discretamente negativo.
Safdari et al. (2011)	1988-2006	Irã, Malásia, Arábia Saudita e Coreia do Sul.	Método autoregressivo de defasamentos e teste de causalidade de Granger revisado em Toda and Yamamoto (1995)	Coreia do Sul e Malásia: direção causal de renda para defesa; Irã e Arábia Saudita: sem relação causal.
Scheetz (1991)	1969-1987	Argentina, Chile, Paraguai e Peru.	Modelo tipo Deger de três equações.	Efeito negativo de gastos militares sobre o investimento.
Sezgin (1991)	1950-1993	Turquia.	Modelo de tipo Feder de dois setores.	Impacto positivo dos gastos militares no crescimento econômico, porém, as externalidades do setor de defesa são negativas e os setores civis são mais produtivos. Os efeitos da defesa também não são constantes.
Sezgin (2001)	1956-1994	Turquia.	Método dos Mínimos Quadrados de dois e de três estágios.	Impacto positivo dos gastos militares no crescimento econômico.
Smith (1980)	1954-73	14 países da OCDE.	Modelo keynesiano de demanda de investimento.	Efeito negativo de gastos militares sobre o investimento.
Stewart (1991)			Modelo keynesiano de demanda.	Dispêndios militares promovem o crescimento econômico, mas gastos não-militares são mais efetivos para o crescimento econômico.
Stroup and Heckelman (2001)	1975-1989	44 países africanos e latino-americanos.	Modelo de efeitos fixos com dados em painel.	Relação não-linear, com estímulo de crescimento econômico para níveis baixos de gastos militares e efetivo militar e retardo ou inibição de crescimento para níveis mais elevados de gastos com defesa e efetivo militar.
Pieroni (2009b)	1989-1999	90 países.	Modelo de crescimento com tecnologia endógena.	Relação negativa entre gastos militares e crescimento econômico em países com despesas militares alta. Evidências de relação não linear afetada pela realocação de recursos frente a ameaças.
Yildirim et al. (2005)	1989-1999	Países do Oriente Médio e Turquia.	Método dos momentos generalizado (GMM).	Direção causal de defesa para renda. Despesas militares estimulam o crescimento econômico nos países do Oriente Médio e Turquia e o setor de defesa é mais produtivo do que o setor civil na Turquia.
Yakovlev (2007)	1965-2000	28 países.	Modelo de efeitos fixos, modelo de efeitos aleatórios e método dos momentos generalizado (GMM).	Gastos militares e saldo de exportação de armas de forma separada possuem impacto negativo, mas sua interação gera um efeito positivo no crescimento econômico.
Wang, Shyu e Chou (2012)	1993-2009	32 países da OCDE.	Índice de Malmquist de produtividade (MPI) com bootstrapping.	Impacto positivo de gastos militares na produtividade econômica, tanto em geral como nas subcategorias de região geográfica (Ásia, Oceania e Europa).
Ward e Davis (1992)	1948-1996	EUA.	Modelo de tipo Feder de três setores.	Gastos militares têm efeito líquido negativo no crescimento econômico, embora se constata a presença de externalidades positivas.
Ward et al. (1991)	1950-1987	Índia.	Modelo de tipo Feder de três setores.	Despesas militares têm impacto positivo no crescimento econômico.
<b>LEGENDA:</b>				
	Efeito positivo.			
	Impacto não linear ou sem padrão identificado.			
	Estudos de direção causal.			
	Impacto negativo.			
	Efeito neutro, insignificante ou anulado.			

## APÊNDICE C – Países incluídos nos cálculos de cada indicador

**Tabela 4 - Lista de países incluídos no cálculo do indicador DEF**

<i>DEF</i> por valor monetário	<i>DEF</i> por quantidade
1. Albania	1. Albania
2. Algeria	2. Algeria
3. Angola	3. Angola
4. Argentina	4. Argentina
5. Australia	5. Australia
6. Austria	6. Austria
7. Bahrain	7. Bahrain
8. Bangladesh	8. Bangladesh
9. Belarus	9. Belarus
10. Belgium	10. Belgium
11. Bosnia-Herzegovina	11. Bosnia-Herzegovina
12. Brazil	12. Brazil
13. Bulgaria	13. Bulgaria
14. Cambodia	14. Cambodia
15. Canada	15. Canada
16. Chad	16. Chad
17. Chile	17. Chile
18. China	18. China
19. Colombia	19. Colombia
20. Congo	20. Congo
21. Costa Rica	21. Costa Rica
22. Cote d Ivoire	22. Cote d Ivoire
23. Croatia	23. Croatia
24. Cuba	24. Cuba

<b><i>DEF por valor monetário</i></b>	<b><i>DEF por quantidade</i></b>
25. Cyprus	25. Cyprus
26. Czech Republic	26. Czech Republic
27. Czechoslovakia	27. Czechoslovakia
28. Denmark	28. Denmark
29. East Germany (GDR)	29. East Germany (GDR)
30. Egypt	30. Egypt
31. El Salvador	31. El Salvador
32. Eritrea	32. Eritrea
33. Estonia	33. Estonia
34. Ethiopia	34. Ethiopia
35. Finland	35. Finland
36. France	36. France
37. Gabon	37. Gabon
38. Georgia	38. Georgia
39. Germany (FRG)	39. Germany (FRG)
40. Ghana	40. Ghana
41. Greece	41. Greece
42. Guatemala	42. Guatemala
43. Guyana	43. Guyana
44. Hungary	44. Hungary
45. Iceland	45. Iceland
46. India	46. India
47. Indonesia	47. Indonesia
48. Iran	48. Iran
49. Iraq	49. Iraq
50. Ireland	50. Ireland
51. Israel	51. Israel

<b><i>DEF</i> por valor monetário</b>	<b><i>DEF</i> por quantidade</b>
52. Italy	52. Italy
53. Japan	53. Japan
54. Jordan	54. Jordan
55. Kazakhstan	55. Kazakhstan
56. Kenya	56. Kenya
57. Kuwait	57. Kuwait
58. Kyrgyzstan	58. Kyrgyzstan
59. Latvia	59. Latvia
60. Lebanon	60. Lebanon
61. Libya	61. Libya
62. Lithuania	62. Lithuania
63. Malawi	63. Malawi
64. Malaysia	64. Malaysia
65. Malta	65. Malta
66. Mexico	66. Mexico
67. Moldova	67. Moldova
68. Montenegro	68. Montenegro
69. Morocco	69. Morocco
70. Mozambique	70. Mozambique
71. Netherlands	71. Netherlands
72. New Zealand	72. New Zealand
73. Nicaragua	73. Nicaragua
74. Niger	74. Niger
75. Nigeria	75. Nigeria
76. North Korea	76. North Korea
77. North Yemen	77. North Yemen
78. Norway	78. Norway

<b><i>DEF</i> por valor monetário</b>	<b><i>DEF</i> por quantidade</b>
79. Oman	79. Oman
80. Pakistan	80. Pakistan
81. Panama	81. Panama
82. Peru	82. Peru
83. Philippines	83. Philippines
84. Poland	84. Poland
85. Portugal	85. Portugal
86. Qatar	86. Qatar
87. Romania	87. Romania
88. Russia	88. Russia
89. Saudi Arabia	89. Saudi Arabia
90. Senegal	90. Senegal
91. Serbia	91. Serbia
92. Serbia and Montenegro	92. Serbia and Montenegro
93. Singapore	93. Singapore
94. Slovakia	94. Slovakia
95. South Africa	95. South Africa
96. South Korea	96. South Korea
97. Spain	97. Spain
98. Sudan	98. Sudan
99. Sweden	99. Sweden
100. Switzerland	100. Switzerland
101. Syria	101. Syria
102. Thailand	102. Thailand
103. Turkey	103. Turkey
104. UAE	104. UAE
105. USA	105. USA

<b>DEF por valor monetário</b>	<b>DEF por quantidade</b>
106.Ukraine	106.Ukraine
107.United Kingdom	107.United Kingdom
108.Uruguay	108.Uruguay
109.Uzbekistan	109.Uzbekistan
110.Venezuela	110.Venezuela
111.Viet Nam	111.Viet Nam
112. Yugoslavia	112.Yugoslavia
113. Zambia	113.Zambia
114. Zimbabwe	114.Zimbabwe

**Tabela 5 - Lista de países incluídos no cálculo do indicador ECON**

<b>ECON por valor monetário</b>	<b>ECON por quantidade</b>
1. Afghanistan	1. Afghanistan
2. Angola	2. Angola
3. Argentina	3. Argentina
4. Belgium	4. Belgium
5. Bolivia	5. Bolivia
6. Brazil	6. Brazil
7. Brunei	7. Brunei
8. Myanmar	8. Cambodia
9. Cambodia	9. Cameroon
10. Cameroon	10. Canada
11. Canada	11. Central African Rep.
12. Central African Rep.	12. Sri Lanka
13. Sri Lanka	13. Chad
14. Chad	14. Chile
15. Chile	15. Colombia

<i><b>ECON por valor monetário</b></i>	<i><b>ECON por quantidade</b></i>
16. Colombia	16. Comoros
17. Comoros	17. Congo
18. Congo	18. Dem. Rep. of the Congo
19. Dem. Rep. of the Congo	19. Benin
20. Benin	20. Denmark
21. Denmark	21. Ecuador
22. Ecuador	22. Fmr Ethiopia
23. Fmr Ethiopia	23. France
24. France	24. French Guiana
25. French Guiana	25. French Polynesia
26. French Polynesia	26. Djibouti
27. Djibouti	27. Gabon
28. Gabon	28. Germany (FRG)
29. Germany (FRG)	29. Ghana
30. Ghana	30. Greece
31. Greece	31. Guadeloupe
32. Guadeloupe	32. China, Hong Kong SAR
33. China, Hong Kong SAR	33. Iceland
34. Iceland	34. Indonesia
35. Indonesia	35. Italy
36. Israel	36. Cote d Ivoire
37. Italy	37. Jamaica
38. Cote d Ivoire	38. Japan
39. Jamaica	39. South Korea
40. Japan	40. Laos
41. South Korea	41. Libya
42. Laos	42. Madagascar

<i><b>ECON por valor monetário</b></i>	<i><b>ECON por quantidade</b></i>
43. Libya	43. Peninsula Malaysia
44. Madagascar	44. Sabah
45. Peninsula Malaysia	45. Mali
46. Sabah	46. Martinique
47. Mali	47. Mauritania
48. Martinique	48. Mexico
49. Mauritania	49. Morocco
50. Mexico	50. Netherlands
51. Morocco	51. New Caledonia
52. Netherlands	52. Niger
53. New Caledonia	53. Nigeria
54. Niger	54. Norway
55. Nigeria	55. Fmr Panama, excl.Canal Zone
56. Norway	56. Paraguay
57. East and West Pakistan	57. Peru
58. Fmr Panama, excl.Canal Zone	58. Philippines
59. Paraguay	59. Portugal
60. Peru	60. Senegal
61. Philippines	61. India
62. Portugal	62. Singapore
63. Senegal	63. Somalia
64. India	64. Spain
65. Singapore	65. Suriname
66. Somalia	66. Sweden
67. Spain	67. Switzerland
68. Suriname	68. Thailand
69. Sweden	69. Togo

<i><b>ECON por valor monetário</b></i>	<i><b>ECON por quantidade</b></i>
70. Switzerland	70. Tunisia
71. Thailand	71. Turkey
72. Togo	72. United Kingdom
73. Tunisia	73. USA
74. Turkey	74. Burkina Faso
75. United Kingdom	75. Venezuela
76. USA	76. Samoa
77. Burkina Faso	77. Yugoslavia
78. Venezuela	78. Austria
79. Samoa	79. Myanmar
80. Yugoslavia	80. El Salvador
81. Australia	81. Finland
82. Austria	82. Honduras
83. El Salvador	83. Iran
84. Finland	84. Iraq
85. Honduras	85. Ireland
86. Iran	86. Liberia
87. Iraq	87. Sierra Leone
88. Ireland	88. Viet Nam
89. Liberia	89. Sudan
90. Sierra Leone	90. Gambia
91. Viet Nam	91. Jordan
92. Sudan	92. Malaysia
93. Gambia	93. New Zealand
94. Hungary	94. Burundi
95. Jordan	95. Costa Rica
96. Malaysia	96. Guatemala

<i><b>ECON por valor monetário</b></i>	<i><b>ECON por quantidade</b></i>
97. New Zealand	97. Israel
98. Burundi	98. Malta
99. Costa Rica	99. Nicaragua
100. Guatemala	100. Egypt
101. Malta	101. Algeria
102. Nicaragua	102. Australia
103. Egypt	103. Malawi
104. Algeria	104. East and West Pakistan
105. Malawi	105. Zambia
106. Zambia	106. Barbados
107. Barbados	107. Fiji
108. Fiji	108. Lebanon
109. Lebanon	109. Saudi Arabia
110. Czechoslovakia	110. Trinidad and Tobago
111. Saudi Arabia	111. Bahrain
112. Trinidad and Tobago	112. Solomon Islands
113. Bahrain	113. Cyprus
114. Solomon Islands	114. Guyana
115. Cyprus	115. Haiti
116. Guyana	116. Kuwait
117. Haiti	117. Mauritius
118. Kuwait	118. Vanuatu
119. Mauritius	119. Guinea Bissau
120. Vanuatu	120. Dominican Republic
121. Guinea Bissau	121. Papua New Guinea
122. Uruguay	122. Seychelles
123. Bermuda	123. Pakistan

<i><b>ECON por valor monetário</b></i>	<i><b>ECON por quantidade</b></i>
124.Dominican Republic	124.Antigua and Barbuda
125.Papua New Guinea	125.China
126.Seychelles	126.Kiribati
127.Pakistan	127.Saint Lucia
128.Antigua and Barbuda	128.Bahamas
129.China	129.Nepal
130.Kiribati	130.Qatar
131.Saint Lucia	131.Syria
132.Bahamas	132.Belize
133.Nepal	133.Cuba
134.Qatar	134.Montserrat
135.Syria	135.Tonga
136.Belize	136.Uruguay
137.Cuba	137.North Yemen
138.Montserrat	138.Faeroe Isds
139.Tonga	139.Greenland
140.North Yemen	140.Kenya
141.Faeroe Isds	141.Saint Vincent and the Grenadines
142.Greenland	142.Uganda
143.Kenya	143.Tanzania
144.Saint Vincent and the Grenadines	144.Bangladesh
145.Uganda	145.Dominica
146.Tanzania	146.Grenada
147.Bangladesh	147.Cape Verde
148.Dominica	148.Panama
149.Grenada	149.UAE
150.Cape Verde	150.Oman

<b><i>ECON</i> por valor monetário</b>	<b><i>ECON</i> por quantidade</b>
151. Panama	151. Saint Kitts, Nevis and Anguilla
152. UAE	152. Poland
153. Oman	153. Saint Pierre and Miquelon
154. Saint Kitts, Nevis and Anguilla	154. Saint Kitts and Nevis
155. Poland	155. Zimbabwe
156. Saint Pierre and Miquelon	156. Niue
157. Saint Kitts and Nevis	157. Bermuda
158. African Union	158. Aruba
159. Zimbabwe	159. Fmr Dem. Yemen
160. Niue	160. Bhutan
161. Aruba	161. Yemen
162. Fmr Dem. Yemen	162. Lithuania
163. Bhutan	163. Slovenia
164. Yemen	164. Czech Republic
165. Lithuania	165. Hungary
166. Slovenia	166. Romania
167. Czech Republic	167. Slovakia
168. Romania	168. Estonia
169. Slovakia	169. Russia
170. Estonia	170. South Africa
171. Russia	
172. South Africa	

**Tabela 6 - Lista de países incluídos no cálculo do indicador HighTech**

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
1. Afghanistan	1. Afghanistan
2. Angola	2. Angola

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
3. Argentina	3. Argentina
4. Belgium	4. Belgium
5. Bolivia	5. Bolivia
6. Brazil	6. Brazil
7. Brunei	7. Brunei
8. Myanmar	8. Cambodia
9. Cambodia	9. Cameroon
10. Cameroon	10. Canada
11. Canada	11. Central African Rep.
12. Central African Rep.	12. Sri Lanka
13. Sri Lanka	13. Chad
14. Chad	14. Chile
15. Chile	15. Colombia
16. Colombia	16. Comoros
17. Comoros	17. Congo
18. Congo	18. Dem. Rep. of the Congo
19. Dem. Rep. of the Congo	19. Benin
20. Benin	20. Denmark
21. Denmark	21. Ecuador
22. Ecuador	22. Fmr Ethiopia
23. Fmr Ethiopia	23. France
24. France	24. French Guiana
25. French Guiana	25. French Polynesia
26. French Polynesia	26. Djibouti
27. Djibouti	27. Gabon
28. Gabon	28. Germany (FRG)
29. Germany (FRG)	29. Ghana

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
30. Ghana	30. Greece
31. Greece	31. Guadeloupe
32. Guadeloupe	32. China, Hong Kong SAR
33. China, Hong Kong SAR	33. Iceland
34. Iceland	34. Indonesia
35. Indonesia	35. Italy
36. Israel	36. Cote d Ivoire
37. Italy	37. Jamaica
38. Cote d Ivoire	38. Japan
39. Jamaica	39. South Korea
40. Japan	40. Laos
41. South Korea	41. Libya
42. Laos	42. Madagascar
43. Libya	43. Peninsula Malaysia
44. Madagascar	44. Sabah
45. Peninsula Malaysia	45. Mali
46. Sabah	46. Martinique
47. Mali	47. Mauritania
48. Martinique	48. Mexico
49. Mauritania	49. Morocco
50. Mexico	50. Netherlands
51. Morocco	51. New Caledonia
52. Netherlands	52. Niger
53. New Caledonia	53. Nigeria
54. Niger	54. Norway
55. Nigeria	55. Fmr Panama, excl.Canal Zone
56. Norway	56. Paraguay

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
57. East and West Pakistan	57. Peru
58. Fmr Panama, excl.Canal Zone	58. Philippines
59. Paraguay	59. Portugal
60. Peru	60. Senegal
61. Philippines	61. India
62. Portugal	62. Singapore
63. Senegal	63. Somalia
64. India	64. Spain
65. Singapore	65. Suriname
66. Somalia	66. Sweden
67. Spain	67. Switzerland
68. Suriname	68. Thailand
69. Sweden	69. Togo
70. Switzerland	70. Tunisia
71. Thailand	71. Turkey
72. Togo	72. United Kingdom
73. Tunisia	73. USA
74. Turkey	74. Burkina Faso
75. United Kingdom	75. Venezuela
76. USA	76. Samoa
77. Burkina Faso	77. Yugoslavia
78. Venezuela	78. Austria
79. Samoa	79. Myanmar
80. Yugoslavia	80. El Salvador
81. Australia	81. Finland
82. Austria	82. Honduras
83. El Salvador	83. Iran

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
84. Finland	84. Iraq
85. Honduras	85. Ireland
86. Iran	86. Liberia
87. Iraq	87. Sierra Leone
88. Ireland	88. Viet Nam
89. Liberia	89. Sudan
90. Sierra Leone	90. Gambia
91. Viet Nam	91. Jordan
92. Sudan	92. Malaysia
93. Gambia	93. New Zealand
94. Hungary	94. Burundi
95. Jordan	95. Costa Rica
96. Malaysia	96. Guatemala
97. New Zealand	97. Israel
98. Burundi	98. Malta
99. Costa Rica	99. Nicaragua
100. Guatemala	100. Egypt
101. Malta	101. Algeria
102. Nicaragua	102. Australia
103. Egypt	103. Malawi
104. Algeria	104. East and West Pakistan
105. Malawi	105. Zambia
106. Zambia	106. Barbados
107. Barbados	107. Fiji
108. Fiji	108. Lebanon
109. Lebanon	109. Saudi Arabia
110. Czechoslovakia	110. Trinidad and Tobago

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
111.Saudi Arabia	111.Bahrain
112.Trinidad and Tobago	112.Solomon Islands
113.Bahrain	113.Cyprus
114.Solomon Islands	114.Guyana
115.Cyprus	115.Haiti
116.Guyana	116.Kuwait
117.Haiti	117.Mauritius
118.Kuwait	118.Vanuatu
119.Mauritius	119.Guinea Bissau
120.Vanuatu	120.Dominican Republic
121.Guinea Bissau	121.Papua New Guinea
122.Uruguay	122.Seychelles
123.Bermuda	123.Pakistan
124.Dominican Republic	124.Antigua and Barbuda
125.Papua New Guinea	125.China
126.Seychelles	126.Kiribati
127.Pakistan	127.Saint Lucia
128.Antigua and Barbuda	128.Bahamas
129.China	129.Nepal
130.Kiribati	130.Qatar
131.Saint Lucia	131.Syria
132.Bahamas	132.Belize
133.Nepal	133.Cuba
134.Qatar	134.Montserrat
135.Syria	135.Tonga
136.Belize	136.Uruguay
137.Cuba	137.North Yemen

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
138. Montserrat	138. Faeroe Isds
139. Tonga	139. Greenland
140. North Yemen	140. Kenya
141. Faeroe Isds	141. Saint Vincent and the Grenadines
142. Greenland	142. Uganda
143. Kenya	143. Tanzania
144. Saint Vincent and the Grenadines	144. Bangladesh
145. Uganda	145. Dominica
146. Tanzania	146. Grenada
147. Bangladesh	147. Cape Verde
148. Dominica	148. Panama
149. Grenada	149. UAE
150. Cape Verde	150. Oman
151. Panama	151. Saint Kitts, Nevis and Anguilla
152. UAE	152. Poland
153. Oman	153. Saint Pierre and Miquelon
154. Saint Kitts, Nevis and Anguilla	154. Saint Kitts and Nevis
155. Poland	155. Zimbabwe
156. Saint Pierre and Miquelon	156. Niue
157. Saint Kitts and Nevis	157. Bermuda
158. African Union	158. Aruba
159. Zimbabwe	159. Fmr Dem. Yemen
160. Niue	160. Bhutan
161. Aruba	161. Yemen
162. Fmr Dem. Yemen	162. Lithuania
163. Bhutan	163. Slovenia
164. Yemen	164. Czech Republic

<b>HighTech por valor monetário</b>	<b>HighTech por quantidade</b>
165.Lithuania	165.Hungary
166.Slovenia	166.Romania
167.Czech Republic	167.Slovakia
168.Romania	168.Estonia
169.Slovakia	169.Russia
170.Estonia	170.South Africa
171.Russia	
172.South Africa	