



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
(FACE)

Departamento de Economia (ECO)
Programa de Pós-Graduação em Economia

GUILHERME PORTO ALVES

PATENTES MILITARES DE USO DUAL: ESTUDO DO CASO BRASILEIRO

Brasília – DF

2019

GUILHERME PORTO ALVES

POTENCIAL DO USO DUAL DAS PATENTES MILITARES BRASILEIRAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Professor Orientador: Dr. Luiz Alberto D'Ávila de Araújo

Brasília – DF

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Alves, Guilherme Porto.

Potencial do uso dual das patentes militares brasileiras.
– Brasília, 2019. P. 64

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.
Faculdade de Economia, (FACE), 2019.

Orientador: Prof. Luiz Alberto D'Ávila de Araújo,
Departamento de Economia.

1. Tecnologia Militar. 2. Citação de Patentes 3. Uso Dual.

À Minha esposa, Dayana, as minhas filhas, Isabella e Milena, pelo amor. À minha mãe, Simone, e ao meu pai, Osmar, pelo amor e educação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por dar-me a vida e por ser um fiel companheiro nesta jornada, brindando-me com conhecimento e sabedoria durante todo curso.

Aos meus pais, pelos valores, pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, pelos conselhos e palavras de carinho.

A Dayana, por sua paciência, seu amor, tempo e sobretudo por estender suas mãos quando mais necessitei. Por me acompanhar em toda essa caminhada, compartilhar comigo os momentos de alegria e tristeza e pelo amor incondicional à nossas crianças.

Aos amigos pelo apoio e dicas durante o curso e este trabalho.

Obrigado ao Dr. Luiz Alberto por guiar-me nesta pesquisa e dar-me todas as ferramentas necessárias para chegar ao fim deste trabalho

Aos professores da FACE/UNB.

Obrigado Universidade de Brasília pelo privilégio de estudar nesta instituição.

RESUMO

Este trabalho explora a potencial utilização do conhecimento adquirido na construção de tecnologia militar para uso civil. Usando a citação de patentes como indicador e de uma amostra de patentes das empresas pertencentes a Base Industrial de Defesa Brasileira, analisou-se as citações recebidas por patentes militares em patentes subsequentes. As características tecnológicas das patentes citadas determinarão o uso de uma tecnologia militar. A metodologia envolve uma análise descritiva e a estimação de um modelo logit multinível para determinar os fatores que explicam o uso civil da tecnologia militar. Os resultados mostram um comportamento diferencial entre países das empresas citantes e tipos de tecnologia militar. As características das empresas, como a experiência tecnológica da empresa são críticas para o uso civil do conhecimento militar.

Palavras-chave: Tecnologia Militar. Citação de Patentes Uso Dual.

ABSTRACT

This project explores the potential use of acquired knowledge in building military technology for civilian's use. Using the suggestion from patents as indicator and a patents' sample from companies that belong to Brazilian Defense's Industrial Base. The recommendations received from military's patents were analyzed in the succeeding patents. The technological characteristics from mentioned patents will determinate the use of military technology. The methodology involves a descriptive analysis and the estimation of a multilevel logit model that determinate the aspects that explain the civilian use of military technology. The results show a different behavior between companies from designated countries and types of military technology. Company's characteristics such as technological experience are seeing as criticize to civilian's use from military knowledge.

Keywords: Military technology. Patent citations. Dual-use.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Países com maiores gastos com defesa	31
Tabela 2 - 20 maiores grupos da indústria de defesa	35
Tabela 3 - Empresas brasileiras com mais patentes	50
Tabela 4 - Empresas com mais patentes citantes	51
Tabela 5 - Países com mais citação de patentes brasileiras do setor	51
Tabela 6 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas	53
Tabela 7 - Resultados dos critérios de seleção	54
Tabela 8 - Resultados do modelo	55
Tabela 9 - <i>Odds Ratios</i> das variáveis do modelo escolhido	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação internacional de patentes (códigos IPC F41 e F42).....	45
Quadro 2 - Classificação internacional de patentes (outros códigos militares IPC)	46
Quadro 3 - Resumo descritivo das variáveis dependentes e explicativas e sua natureza.....	49
Quadro 4 - Comparativo do sinal das variáveis do modelo construído neste trabalho e dos modelos de Acosta (2011)	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gastos militares brasileiros (1990-2017).....	37
Gráfico 2 - Exportações brasileiras de equipamentos militares	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BID	Base Industrial de Defesa
PIB	Produto Interno Bruto
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
VANT	Veículo leve não tripulado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 O IMPACTO DA INOVAÇÃO MILITAR NO CRESCIMENTO ECONÔMICO ...	17
2.1 CRESCIMENTO ECONÔMICO – TECNOLOGIA ENDÓGENA.....	17
2.2 A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) E A FUNÇÃO DAS PATENTES	20
2.3 USO DUAL E TRANSBORDAMENTO DO SETOR MILITAR PARA O CIVIL	23
3 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA.....	26
3.1 O QUE É BASE INDUSTRIAL DE DEFESA.....	26
<i>3.1.1 Segmentação da Base Industrial de Defesa</i>	<i>27</i>
3.2 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA NO MUNDO.....	30
3.3 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA BRASILEIRA	35
<i>3.3.1 Principais empresas do setor</i>	<i>39</i>
4 POTENCIAL DO USO DUAL DAS PATENTES BRASILEIRAS	42
4.1 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO	42
<i>4.1.1 Construção das variáveis.....</i>	<i>45</i>
<i>4.1.2 Comparativo do sinal das variáveis em relação aos modelos de Acosta (2011).....</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS	50
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentam-se os principais objetivos e motivações, os trabalhos já realizados sobre o tema e o relato da sequência em que esta dissertação foi desenvolvida.

O objetivo desta pesquisa é verificar o potencial de transbordamento das tecnologias militares para aplicações civis como forma de mostrar a relevância do setor da Defesa para o crescimento econômico brasileiro.

A defesa nacional caracteriza-se por ser um bem público puro, ou seja, não excluível, em que não é possível afastar os agentes econômicos de sua utilização. Além disso, é um bem não rival, ou seja, quando o uso do bem por parte de um agente econômico não influencia o nível de satisfação associado ao seu uso por parte de outros agentes econômicos

Por muitos anos a garantia da soberania, do patrimônio nacional e da integridade territorial foi vista como o único objetivo dos gastos com as forças armadas, porém, a partir da segunda guerra mundial, em função de investimento colossal de recursos em atividades de pesquisa e desenvolvimento para a produção de material de defesa, foram geradas importantes inovações e aquela visão foi alterada.

Os programas militares que surgiram no final da guerra foram tão impactantes que passaram a serem visualizados como responsáveis pelo que ficou conhecido como o surgimento da *big science*. Essas inovações geraram, a partir da década de 1950, atrativas oportunidades de negócio para as empresas privadas que foram convertidas para produção industrial militar no esforço de guerra (DAGNINO, 2008).

A contribuição de Benoit (1973) inaugurou o debate sobre os efeitos dos gastos militares no crescimento econômico. Para o autor, existe relação positiva e significativa entre os gastos militares e a taxa de crescimento do PIB para amostra de 44 países em desenvolvimento durante o período de 1973-1978.

O autor sugeriu que esse resultado deve-se ao estímulo da demanda, originada pelo gasto público militar, que possibilita a geração de externalidades positivas, tais como a formação de capital humano, a construção de infraestrutura, a provisão pelos militares de bens básicos de consumo e o aumento do atrativo de investimentos internacionais nos países com níveis maiores desse tipo de gasto.

Enfoque oposto aos estudos sobre o tema, com perspectiva neoclássica, sustenta que os gastos com defesa impedem o crescimento econômico ou até mesmo possuem efeito negativo (BISWAS; RAM, 1986; DEGER; SMITH, 1983). Esses estudos argumentam que por meio do efeito *crowding out*, o aumento dos gastos com defesa acarreta aumento na carga tributária, limitando os investimentos e o consumo do setor privado.

Um terceiro enfoque sustenta que a relação entre os gastos de defesa e o crescimento econômico varia, podendo ser positiva ou negativa, como em Biswas (1992), Chowdhury (1991) e Karakul e Palaz (2004).

A revisão da literatura mostra grande quantidade de trabalhos, porém ausência de consenso sobre o impacto dos gastos militares no crescimento econômico.

Segundo Dunne e Uye (2009), existe quantidade ampla de razões que pode levar a resultados diferentes, dentre elas modelos distintos, métodos de estimação diferentes, países diversos, diferentes períodos de tempo examinados, etc.

Essa falta de consenso, combinada com a evolução constante da econometria, levou os pesquisadores da área a continuar suas tentativas de identificar e estabelecer relação causal estável.

Estudos recentes tentaram avançar na compreensão da relação entre gastos com defesa e crescimento econômico. Wolfson e Shabahang (1991), a partir de estudo de modelo econômico de equilíbrio entre Alemanha e Grã-Bretanha, no período de 1855 a 1918, encontraram evidências de que o crescimento econômico poderia estimular a demanda por maiores gastos militares.

Knight, Loayza e Villanueva (1996), em extenso estudo abrangendo 79 países no período de 1971 a 1985, registraram:

Os resultados empíricos fornecem uma resposta clara à questão de saber se os gastos militares são economicamente improdutivos. Nossa resposta é afirmativa. Quando a razão de gastos militares é adicionada a uma equação de crescimento que já inclui os determinantes sugeridos pela teoria padrão, o efeito direto de maiores gastos militares no crescimento do produto per capita é inequivocamente negativo e grande. O impacto indireto dos gastos militares no crescimento econômico, através de seu impacto negativo sobre o investimento produtivo, também é estatisticamente significativo. Assim, nossas estimativas empíricas indicam claramente que altos níveis de gastos militares prejudicam o crescimento econômico tanto porque reduzem a formação de capital fixo produtivo quanto porque agem de maneira mais geral para distorcer a alocação de recursos. (KNIGHT; LOAYZA; VILLANUEVA, 1996, p. 39, tradução nossa).

Aizenman e Glick (2006) encontram relação não linear entre gastos militares e crescimento econômico ao utilizarem dados de corte nacional e não regional. O mecanismo de transmissão entre ambas as variáveis é intermediado por *proxy* de “ameaças externas”. Segundo os autores, o impacto das despesas militares sobre o crescimento é função não linear do nível de corrupção. As despesas militares na presença da corrupção reduzem o crescimento econômico.

Segundo Dagnino (2008), baseado na ideia do *spin-off* (suposição de que a tecnologia desenvolvida para a produção de material de defesa pode ter aplicações para a produção civil), o esforço de guerra originou resultados de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que apresentaram potencial de inovação considerável para as empresas do setor civil da economia.

No entanto, percebe-se, desde a década de 1970, movimento inverso, conhecido como *spin-in* (transbordamento da área civil para a militar), já que cada vez mais a tecnologia tem sido desenvolvida por empresas de setores considerados civis (MALLIK, 2004).

Para avaliar como exatamente o investimento em P&D da indústria de defesa pode levar ao crescimento econômico, foram realizados trabalhos mais específicos, tentando verificar o impacto do uso civil de conhecimento adquirido no investimento em P&D dos produtos de defesa. Estudos como os de Acosta (2011, 2013, 2017) e de Meunir e Zyla (2016) avaliaram esse impacto utilizando citações de patentes.

Assim, o objetivo deste trabalho é verificar o potencial das inovações tecnológicas do setor de Defesa, utilizando como *proxy* as patentes de empresas brasileiras. A análise concentra-se nas patentes da Base Industrial de defesa (BID) e suas citações. Com isso, será possível verificar se existe transbordamento da tecnologia militar para aplicações civis que contribua para o crescimento econômico brasileiro.

O capítulo 2 traz revisão da literatura de crescimento econômico com objetivo de identificar os fatores que impactam positivamente o crescimento e identifica a utilização da citação de patentes como *proxy* para medir o transbordamento de inovações tecnológicas militares para o setor civil.

O capítulo 3 apresenta o conceito de Base Industrial de Defesa, que nesta dissertação é considerada como:

[...] a BID reúne o conjunto das empresas estatais e privadas, bem como organizações civis e militares, que participam de uma ou mais das etapas de

pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de Produtos Estratégicos de Defesa (bens e serviços). (ABDI, 2011, p. 13).

Além disso, esse capítulo expõe a segmentação da Base Industrial de Defesa brasileira e apresenta resumidamente algumas características da BID no mundo e no Brasil, mostrando a importância do setor para a economia.

O capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada, que será o Modelo *Logit* Multivariado, adotado por Acosta (2011), auxiliada por avaliação qualitativa das patentes e citações de patentes que permite avaliar quais características da patente, da empresa da patente original e da empresa citante (empresa que citou outra patente como referência) incentivam a citação pelo setor civil de patente militar, ou seja, transbordamento do setor militar para o civil. O capítulo é finalizado com a apresentação da estatística descritiva da amostra.

Com isso, conclui-se que o investimento em P&D de tecnologias militares tem o efeito positivo sobre a indústria civil quando a patente é classificada como munições e explosivos, quando a indústria tem pouca expertise com patentes, o que traz indícios de efeito positivo dos gastos com inovação no setor defesa sobre o crescimento econômico brasileiro.

2 O IMPACTO DA INOVAÇÃO MILITAR NO CRESCIMENTO ECONÔMICO

Este capítulo apresenta a revisão da literatura de crescimento econômico, a importância das inovações tecnológicas como fator endógeno que explica o crescimento das nações e identifica a citação de patentes como *proxy* para medir o transbordamento de tecnologias militares para o setor civil.

2.1 CRESCIMENTO ECONÔMICO – TECNOLOGIA ENDÓGENA

Os primeiros estudos sobre crescimento econômico de forma explícita foram realizados por Harrod (1939) e Domar (1946). Para os autores, a expectativa de lucro futuro determina o investimento. Assim, a taxa de crescimento da capacidade de produção (G_W) está relacionada à taxa de crescimento do produto (G_T). Quando $G_W = G_T$ não haverá incentivos para alterar as decisões de investimento. Contudo, para Harrod (1939) existe dinâmica instável entre as duas taxas de crescimento, já que as taxas somente serão iguais se o investimento *ex-post* for igual ao investimento planejado.

Harrod introduz em sua análise o conceito de taxa natural de crescimento: “[...] taxa máxima de crescimento permitida pelo aumento da população, acúmulo de capital, melhoria tecnológica e cronograma de preferências de trabalho e lazer, supondo que haja sempre pleno emprego em algum sentido.” (HARROD, 1939, p. 30, tradução nossa).

A partir desses estudos, os economistas começaram a pesquisar sobre os determinantes do desenvolvimento econômico dos países. O modelo de crescimento econômico de Solow (1956) explicou como a poupança (capital), o aumento da população e o progresso técnico influenciam a taxa de crescimento do produto (PIB) no tempo.

Sua contribuição consistiu em quantificar o progresso técnico de forma residual, por isso, o progresso técnico é conhecido como resíduo de Solow ou Produtividade Total dos Fatores (PTF).

O modelo é construído com base em duas equações:

1. Função de produção com capital e trabalho

$$Y_t = F(K_t, L_t) \quad \text{Equação 1}$$

Onde Y_t é o fluxo de produto produzido no tempo t ; K_t representa o capital físico e L_t representa o número de trabalhadores e as horas de trabalho.

2. Função de acumulação de capital ao longo do tempo

$$\dot{K} = sY - dK \quad \text{Equação 2}$$

Reescrevendo:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d \quad \text{Equação 3}$$

$$\dot{K} = K_t - K_{t-1} \quad \text{Equação 4}$$

Para Solow (1956), no equilíbrio de pleno emprego é a taxa de crescimento demográfico que determina a taxa de crescimento do emprego de trabalho, do capital e do produto.

As limitações apresentadas no modelo de Solow são que nesse modelo os países produzem e consomem somente um produto homogêneo e a tecnologia é constante (exógena).

A conclusão do modelo de Solow (1956) é a de que o ritmo de progresso técnico determina o crescimento da renda *per capita* no equilíbrio estável de longo prazo que, em conjunto com o crescimento demográfico, determina o ritmo de crescimento equilibrado.

Nas décadas de 1980 e 1990 foram criados modelos de crescimento com tecnologia endógena, próximos da ideia de que a inovação introduzida pelo setor privado é a principal fonte do crescimento econômico.

Conforme Barro:

Modelos recentes de crescimento econômico podem gerar crescimento de longo prazo sem depender de mudanças exógenas na tecnologia ou na população. Alguns dos modelos agregam teorias do progresso tecnológico e outros para as teorias da mudança populacional. Uma característica geral desses modelos é a presença de retornos constantes ou crescentes nos fatores que podem ser acumulados. (BARRO, 1990, p. 103).

Abaixo serão apresentados os modelos de aprendizagem pela experiência AK de Romer (1986), modelo AH de aprendizagem pelo estudo de Lucas (1988), modelo de provisão de bens públicos de Barro (1990) e o modelo de crescimento com P&D também de Romer (1990).

Romer (1986) estabeleceu função de produção:

$$Y = A(R)f(R_j, K_j, L_j) \quad \text{Equação 5}$$

Em que R_j são os gastos em P&D realizados pela firma j . Os conhecimentos adquiridos com os gastos em P&D são difundidos no conjunto da economia. Ao serem internalizados pelas firmas i , eles contribuem para aumentar sua produção e seus lucros.

Assim, o fator R_j , que é um bem não rival, melhora a produtividade dos outros fatores, gerando rendimentos crescentes de escala.

Para Romer, a existência de rendimentos crescentes nos produtos da difusão do conhecimento permite explicação empírica satisfatória ao crescimento real do produto. Para o autor: “Modelos neoclássicos ampliados com uma explicação endógena da fonte da mudança tecnológica implicam que uma economia com um estoque total de capital humano maior experimentará um crescimento mais rápido.” (ROMER, 1986, p. 73).

Para Lucas, o modelo AH de aprendizagem admite a possibilidade de diferenças amplas e sustentáveis nas taxas de crescimento entre os países, diferenças que não são vinculadas aos níveis iniciais de capital. “As vantagens comparativas que ditam o *mix* inicial de produção de um país serão intensificadas ao longo do tempo pela acumulação de capital humano.” (LUCAS, 1988, p. 41).

Lucas (1988) privilegiou o capital humano sobre a tecnologia como fator de crescimento. Segundo o autor, a tecnologia é um bem público acessível de maneira idêntica a todos os países, além disso, não explica as diferenças internacionais do nível e da taxa de crescimento dos lucros. Ao contrário, o capital humano é incorporado aos indivíduos e, por sua natureza, é apropriado.

Barro (1990) propôs, no modelo de provisão de bens públicos, que o rendimento marginal do capital privado é decrescente e o do capital total (capital privado e capital público) é constante, assim, o modelo permite o desenvolvimento de processo de crescimento endógeno. Além disso, o autor propôs divisão entre gastos públicos improdutivos e produtivos. Os gastos produtivos afetam positivamente o crescimento econômico de longo prazo. Para o autor, os gastos com educação, infraestrutura, pesquisa e tecnologia são exemplos de gastos produtivos, que geram externalidades positivas e que podem ser absorvidos por parte significativa da economia local.

Para Barro (1990), a correlação entre gastos do governo e crescimento seria positiva se os governos escolhessem investir pouco em serviços públicos improdutivos.

Romer (1990) apresenta modelo de crescimento endógeno com P&D, semelhante ao modelo de Solow (1956), incluindo mudança tecnológica, o qual é baseado em três premissas:

1. o progresso técnico está no cerne do crescimento econômico;
2. a mudança tecnológica ocorre devido a incentivos de mercado;
3. o custo de criar nova tecnologia é fixo. Após o custo de criação inicial, a tecnologia pode ser utilizada repetidas vezes sem custo adicional.

Para o autor, ao contrário do componente capital humano, o nível de tecnologia pode crescer sem limites, chegando às seguintes conclusões:

- o estoque de capital humano é a fonte básica do crescimento econômico e somente ele tem efeito escala sobre a taxa de crescimento;
- dependendo do tamanho do estoque de capital humano, o modelo é capaz de gerar taxa de crescimento positiva, onde todas as variáveis relevantes crescem na mesma proporção; e
- no sentido contrário, se o estoque de capital humano for muito pequeno, o modelo pode não ocorrer crescimento.

Assim, o modelo de Romer (1990) para tornar a variável tecnologia endógena como resultado de decisões de agentes racionais que respondem a incentivos de mercado, introduz as hipóteses de retornos crescentes de escala ao setor de pesquisa e a de concorrência monopolística no setor de bens intermediários.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) E A FUNÇÃO DAS PATENTES

Conforme descrito no capítulo anterior, o investimento em Pesquisa & Desenvolvimento tem papel significativo no crescimento econômico das nações. Para avaliar o impacto dos gastos com defesa no crescimento econômico, alguns pesquisadores utilizam a metodologia de citação de patentes.

Conforme Acosta (2011), citações de patentes contêm informações úteis que fornecem visão de como o conhecimento pode se difundir entre regiões geográficas e setores tecnológicos, bem como ao longo do tempo.

Para a identificação da transferência de tecnologia dos setores militares e civis é comum utilizar as citações de patentes futuras, como *proxy*, para o transbordamento de conhecimento dos setores militar para civil. Esse transbordamento entre os setores está associado à capacidade de inovação da indústria de defesa.

Para Griliches (1998), as patentes são documentos emitidos por agência governamental autorizada, que concede o direito de excluir de outras pessoas/empresas a possibilidade de produzir ou utilizar dispositivo, aparelho ou processo específico por determinado número de anos. A concessão é fornecida ao inventor do dispositivo ou processo após exame sobre a inovação do item reivindicado e sua utilidade potencial. O direito incorporado na patente pode ser atribuído pelo inventor à outra pessoa, geralmente a seu empregador, a uma corporação, vendido ou licenciado para uso por outros.

O propósito declarado do sistema de patentes é encorajar a invenção e o progresso técnico, tanto por proporcionar um monopólio temporário para o inventor quanto por forçar a divulgação antecipada das informações necessárias para a produção deste item ou a operação do novo processo. (GRILICHES, 1998, p. 3).

O documento de patente contém as seguintes informações: título, resumo e descrição completa da invenção; nome, endereço e nacionalidade do inventor; nome, endereço e nacionalidade do proprietário da invenção; as classes tecnológicas às quais a patente pertence no nível de classificação dois, três, quatro e até cinco dígitos; as citações à literatura científica relevante e a patentes anteriores (ARCHIBUGI, 1992).

Archibugi (1992) citou as seguintes vantagens das patentes:

- representam o resultado do processo inventivo e, mais especificamente, das invenções que se espera que tenham impacto nos negócios. Elas são indicadores particularmente apropriados para captar as dimensões proprietária e competitiva da mudança tecnológica;
- obter proteção de patentes é demorado e custa caro. É provável que as candidaturas sejam apresentadas para as inovações que, em média, deverão proporcionar benefícios que compensem esses custos;

- são divididas por campos técnicos, fornecendo informações não apenas sobre a taxa de atividade inventiva, mas também sobre sua direção; e
- as estatísticas de patentes estão disponíveis em grande número e por série temporal muito longa.

E as seguintes desvantagens:

- nem todas as invenções são patenteadas. Às vezes, as empresas protegem suas inovações com métodos alternativos, principalmente o sigilo industrial;
- nem todas as invenções são tecnicamente patenteáveis. Esse é o caso do *software*, que tem papel cada vez mais importante no atual avanço tecnológico e que, após longa controvérsia, está agora protegido na maioria dos países;
- a propensão a patentear (isto é, o número de patentes registradas para cada unidade de atividade de inovação e de incentivo) varia muito entre áreas tecnológicas e indústrias. Enquanto em certos campos, como os farmacêuticos, grande parte das invenções é codificada em pedidos de patentes, em outros, como a física nuclear, poucas patentes podem ser encontradas;
- as empresas têm propensão diferente a patentear em cada mercado nacional, de acordo com suas expectativas de explorar comercialmente suas invenções. O tamanho dos mercados nacionais e o nível de integração no comércio internacional afetam o número de pedidos de patentes estrangeiros recebidos por cada país. Além disso, os institutos nacionais de patentes recebem grande número de pedidos de inventores e empresas nacionais, sendo, portanto, tendenciosos em relação à atividade inventiva nacional; e
- apesar dos acordos internacionais de patentes existentes entre a maioria dos países industrializados, cada escritório nacional de patentes tem suas próprias características institucionais. A atratividade para os requerentes de qualquer instituição de patentes depende da natureza, custos, duração e eficácia da proteção concedida.

Por isso, para Jaffe (1998), como resultado do volume de informações contidas nas patentes, houve aumento no interesse recente em explorar essas informações

mais detalhadas para entender o processo da invenção. Em particular, as "referências" ou "citações" que aparecem em uma patente identificam invenções anteriores, cujas reivindicações estão suficientemente próximas das reivindicações da patente citante, portanto o examinador de patentes considera necessário identificá-las. As citações que aparecem em uma patente cumprem a importante função legal de delimitar o direito de propriedade concedido pela patente, identificando a "técnica anterior", que não é coberta pelo direito de propriedade concedido na patente citante. Assim, as citações contidas em uma patente transmitem informações sobre os antecedentes tecnológicos da invenção cobertos pela patente. Por outro lado, pode-se identificar as patentes subsequentes que mais tarde fazem citações à determinada patente, aprendendo, assim, algo sobre os descendentes tecnológicos da invenção citada.

A importância da utilização das citações de patentes nesta dissertação é que com essa metodologia pode-se verificar o transbordamento de invenções do setor militar para o civil (*spin-off*), avaliando, dessa forma, o impacto da P&D militar na economia.

2.3 USO DUAL E TRANSBORDAMENTO DO SETOR MILITAR PARA O CIVIL

Para Mollas Gallart (1997), o termo *Dual Use* abrange equipamentos de capital, *software*, conhecimentos científico e técnico, habilidades, pesquisa e processos de produção, projetos, técnicas e princípios de gerenciamento e produtos resultantes desenvolvidos para resolver problemas técnicos que possuam aplicações militares ou civis atuais ou potenciais.

Em algumas áreas, aplicações militares e comerciais exigirão características de produto e técnicas de fabricação semelhantes, em outros, os requisitos finais serão muito diferentes e podem exigir que algumas partes dos processos sejam tratadas por especialistas e instalações. Há também uma base comum de tecnologias genéricas que podem ser igualmente aplicadas a desenvolvimentos militares ou civis, estendendo-se, por exemplo, as capacidades como as habilidades organizacionais necessárias para gerenciar grandes projetos e as habilidades para integrar sistemas complexos. As maneiras pelas quais os produtos, habilidades e instalações podem passar de uma aplicação para outra são numerosos e podem variar de setor para setor. Nesse contexto, a transferência de tecnologia de uso dual ocorre sempre que uma tecnologia de uso duplo que foi inicialmente desenvolvida para um aplicação militar (ou civil) é aplicada para fins civis (ou militares). (MOLLAS GALLART, 1999, p. 370).

Para Lu (2016), ao incorporar tecnologias militares nas indústrias privadas, os países não apenas transferem inovações ou invenções militares para empregos civis

que geram renda, como também ajudam a modernizar tecnologias nas indústrias privadas que, por sua vez, participam ativamente da construção da defesa nacional.

Porém, para Cowan (1995), embora a P&D militar tenha contribuído para o setor civil no passado, esse não é o caso atualmente. A P&D de defesa é cada vez mais especializada e de pouca relevância para a indústria comercial. Existem alguns campos tecnológicos em que a P&D militar pode gerar resultados úteis à indústria civil.

Segundo Schmid (2017), a literatura sobre a difusão tecnológica militar divide-se em duas escolas de pensamento. A visão acadêmica prevalecente é que a difusão da tecnologia militar está fadada a ser baixa devido às características idiossincráticas dos modernos sistemas nacionais de inovação em defesa. De acordo com esse ponto de vista, a cultura distinta, o ambiente político e a estrutura de mercado do setor de serviços de defesa impedem a difusão de tecnologias para o setor civil.

A segunda escola, mais recente, propõe que a difusão de tecnologia militar depende do tipo de organização envolvida em seu desenvolvimento ou do regime de IPR (Direito de Propriedade intelectual) vigente. Essa literatura, desenvolvida por meio da consideração de casos particulares de tecnologia, sustenta que a difusão ocorrerá mais prontamente quando empresas e não agências governamentais estiverem envolvidas no desenvolvimento de tecnologia, quando tecnologias forem desenvolvidas por empresas experientes em inovação e quando a proteção de IPR for forte (SCHMID, 2017, p. 3).

Adicionalmente, Mowery (2010) propõe três canais pelos quais os gastos com defesa podem afetar a inovação no setor civil:

- os gastos militares com P&D podem financiar instituições ou pesquisadores engajados em atividades que melhoram a inovação civil. Espera-se que tais gastos aumentem a inovação civil. Um exemplo dado pelo autor foi a contribuição do financiamento militar na época da Guerra Fria para o crescimento da produtividade em pesquisa do sistema universitário americano;
- os gastos com defesa podem resultar em inovação civil com o aumento da demanda por novas tecnologias por meio de compras governamentais; e
- os gastos em P&D de defesa podem impulsionar a inovação geral por meio da produção de conhecimento e tecnologias que melhorem os produtos

inovadores subsequentes. Nenhuma inovação começa "do zero", mas toda inovação depende da base de conhecimento e da tecnologia disponível para os inventores durante a inovação. Se o gasto militar em P&D aumentar o tamanho dessa base, isso pode estimular a inovação subsequente.

Para Alic et al. (1992), os sistemas de inovação do setor de defesa possuem características específicas, como controles de exportação, sistema de classificação e natureza monopsonica da aquisição de defesa que impedem a difusão do conhecimento e das tecnologias nelas desenvolvidas para o setor civil.

Ruttan (2006) evoca dois mecanismos: falha de mercado específica ao investimento em tecnologias de uso geral, que é corrigida por investimento público em P&D, e os distintos horizontes temporais usados por atores privados e públicos para mostrar a alta difusibilidade de subconjunto das tecnologias militares.

Dessa forma, será utilizada a metodologia de citações de patentes para avaliar a dualidade das inovações militares da BID brasileira e a difusão das patentes militares no setor civil da economia.

3 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA

Neste capítulo serão detalhados os conceitos da Base Industrial de Defesa (BID), os segmentos da indústria de defesa nacional e o histórico e grandes números da BID nacional e mundial.

3.1 O QUE É BASE INDUSTRIAL DE DEFESA

Para Dunne (1995), a definição de Base industrial de defesa (BID) não é simples, pois a gama de produtos envolvidos é bastante ampla. O autor pondera que uma forma útil de se classificar uma indústria como pertencente à BID é considerar a relação do produto com ação militar ou guerra.

Para o autor, as empresas que compõem o BID serão diferentes, tanto no grau de dependência da produção militar quanto na importância para a BID.

Algumas grandes empresas diversificadas podem considerar apenas suas atividades BID como marginais, mas podem ser vitais para produtores de determinados sistemas de armas, enquanto algumas empresas menores podem ser totalmente dependentes de ordens militares relacionadas, mas não de fornecedores importantes. (DUNNE, 1995, p. 402).

Conforme o Mapeamento da Base Industrial de Defesa (2016), a Base Industrial de Defesa é composta por empresas que ofertam bens e serviços militares, deixando de lado outras que comumente seriam incluídas em análises na área, como empresas fornecedoras de suprimentos ou equipamentos estritamente civis às Forças Armadas, bem como indústrias fornecedoras de peças de uso geral e sem orientações militares específicas, ainda que façam parte de cadeias mais amplas de suprimento que resultem em bens ou serviços militares.

Para o Ministério da Defesa do Brasil (2012), a BID reúne o conjunto das empresas estatais e privadas, bem como organizações civis e militares, que participam de uma ou mais etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de Produtos Estratégicos de Defesa (bens e serviços).

O Livro Branco de Defesa Nacional do Brasil, submetido ao Congresso Nacional em julho de 2012, define, o termo BID como sendo:

[...] um conjunto de indústrias e empresas nacionais, instaladas no País, organizadas em conformidade com a legislação brasileira e que participam de uma ou mais etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos de defesa. (BRASIL, 2012).

3.1.1 Segmentação da Base Industrial de Defesa

A Base Industrial de Defesa (BID) foi segmentada seguindo o Mapeamento da Base Industrial de Defesa (2016), conforme descrito a seguir:

1) Armas e munições leves e explosivos

Segundo o Mapeamento da Base Industrial de Defesa (2016), as armas são instrumentos de combate e podem ter diversas categorias – arma de choque, míssil, foguete, canhão, rifle, pistola. As armas também podem ser classificadas como convencionais (destruição por energia cinética ou química) ou não convencionais (armas nucleares, químicas e biológicas).

Dessa forma, as armas são vistas como bens duráveis. Já as munições são consideradas bens de consumo ou mesmo produtos de prateleira – no caso de armas e munições leves e explosivos. A finalidade desses produtos, em termos de defesa, é abater ou apenas dissuadir as intenções de possíveis adversários (Mapeamento da Base Industrial de Defesa - 2016).

A segunda especificidade, quanto às singularidades dos demandantes, define os contornos de mercado que tende a ser rigidamente controlado. Nesse caso, os principais demandantes são os governos, que têm como finalidade atender às necessidades de segurança e defesa do Estado, adquirindo produtos de porte leve e pesado. Só em segundo lugar vêm os consumidores privados, que tendem a adquirir, individualmente, quantidades menores e de calibre leve.

As principais empresas desse setor são a estatal IMBEL, as empresas privadas Taurus e CBC, além da Condor, que se destaca em tecnologias não letais.

2) Armas e munições pesadas

Armamentos pesados são de emprego exclusivamente militar. São grandes, pesados, com baixa mobilidade e alto poder destrutivo – em geral estão associados a um sistema de armas. Esse tipo de armamento tem como principais demandantes os governos e as Forças Armadas e no contexto atual contam com poucos produtores no mundo.

Para a Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados do Exército Brasileiro (DFPC), arma pesada é aquela “[...] empregada em operações militares em proveito

da ação de um grupo de homens, devido ao seu poderoso efeito destrutivo sobre o alvo e geralmente ao uso de poderosos meios de lançamento ou de cargas de projeção.” (BRASIL, 2000).

A Marinha do Brasil define arma pesada como aquela com calibre a partir de 0.60' (15,24 mm). Para a Organização das Nações Unidas (ONU), são consideradas armas pesadas aquelas com calibre superior a 100 mm (ONU, 2008). Em ambos os casos estão incluídas armas como morteiros, canhões, obuses e foguetes.

O setor de armas e munições pesadas da BID brasileira está concentrado em cinco empresas, duas estatais e três empresas privadas de capital nacional.

A empresa estatal IMBEL atua neste setor industrial com a fabricação de munições pesadas e seus insumos, granadas para morteiros e propelentes para mísseis e foguetes, tendo como principal cliente o Exército Brasileiro. Por sua vez, a estatal Emgepron, através da Fábrica Almirante Jurandyr da Costa Müller de Campos (FAJCMC), produz as munições pesadas utilizadas pela Marinha do Brasil. Ainda no segmento de munições pesadas, duas empresas privadas apresentam atuação destacada, a CBC, que produz munições para canhões de médio calibre 38, e a Britanite SA - Indústrias Químicas, que atua na fabricação de granadas para morteiros, bombas convencionais e guiadas e foguetes ar-terra lançados de aeronaves.

No segmento de artilharia, a produção nacional está concentrada na Avibras, que atua neste setor através da fabricação do sistema de artilharia por saturação de foguetes Astros II – sistema de foguetes terra-terra e terra-mar multicalibre. Esse sistema de artilharia foi desenvolvido nos anos 80, mas vem incorporando uma série de inovações, de forma que ainda é considerado um dos mais sofisticados e flexíveis sistemas de artilharia do mercado mundial. (ABDI, 2011, p. 21).

3) Sistemas Eletrônicos e Sistemas de Comando e Controle

Esse setor inclui a produção de radares e sensores, equipamentos de comunicação e transmissão de dados, terminais de interface homem-máquina e também os *softwares* que permitem não apenas o funcionamento desses sistemas, mas sua integração em embarcações, aeronaves e redes de comando e controle. Em suma, inclui os diversos segmentos da indústria de defesa que têm em comum base técnica centrada na tecnologia da informação e na eletrônica (ABDI, 2011, p. 22).

No segmento de equipamentos eletrônicos destacam-se os radares que foram desenvolvidos ao longo da década de 2000 por quatro diferentes empresas de médio porte: Mectron (radar embarcado do avião de caça AMX), Orbisat (radar de vigilância aérea de baixa altitude, o SABER M-6042), a Omnisys (modernização dos radares de longo alcance produzidos pela empresa francesa Thales) e a Atmos Sistemas, subsidiária da Fundação Atech, (radares meteorológicos). Por sua vez, a AEL-Aeroeletrônica, subsidiária do grupo israelense Elbit, está voltada para a montagem local de sistemas aviônicos embarcados em aeronaves militares. A empresa que mais tem se destacado neste setor é a Fundação Atech. Ela foi criada em 1997 e

desde então se concentra no desenvolvimento de sistemas integrados de vigilância eletrônica e inteligência, com destaque para a implantação do SIVAM e a modernização dos CINDACTAS I, II e III. (ABDI, 2011, p. 22).

4) Plataforma naval militar

Segundo o Mapeamento da Base Industrial de Defesa (2016), a delimitação do segmento plataforma naval militar foi definida por meio da seleção dos fabricantes das seguintes partes de navio de guerra ou mercante: estrutura (casco e superestrutura), máquinas principais (propulsão, transmissão e sistemas de óleo combustível e lubrificante), máquinas auxiliares (bombas, válvulas, redes de água doce e salgada, refrigeração e sistemas de governo), eletricidade (geração, distribuição e iluminação), comunicações (interiores, exteriores e navegação), acessórios e convés (controle de avarias e manipulação de pesos), acabamento (compartimentos e estações de trabalho) e sistemas de combate (armamento, sensores, centro de controle, munição, lançadores, sistemas de bloqueio e despistamento) de acordo com o grau de especialização no segmento, como, por exemplo:

- i) as autoras e integradoras de projetos militares, sendo as fornecedoras dos equipamentos de defesa;
- ii) as firmas que desenham e produzem subsistemas e realizam serviços mais especializados;
- iii) as produtoras de peças e equipamentos necessários para as duas categorias anteriores, porém não especializadas no ramo naval.

A quase totalidade das embarcações militares construídas no Brasil – desde pequenas lanchas-patrolha até os submarinos da classe Tupi – foi produzida no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), seja a partir de projetos próprios, estrangeiros ou adaptados. Entretanto, com relação aos projetos recentes, observam-se grandes mudanças. Em 2006, a Marinha do Brasil iniciou um programa de construção de 27 navios-patrolha marítima da classe Macaé (Napa 500), a partir da adaptação de um projeto francês realizada pela Emgepron. A construção das seis primeiras embarcações foi transferida, através de licitação, para dois estaleiros privados nacionais, a Indústria Naval do Ceará SA (INACE) e o Estaleiro da Ilha SA (EISA). (ABDI, 2011, p. 23).

5) Plataforma aeroespacial militar

Setor composto por aeronaves militares, veículos leves não tripulados (VANTs), helicópteros de combate, mísseis e satélites de sensoriamento remoto e sondagem.

Atualmente a participação da Embraer no mercado de aeronaves militares está focada em dois nichos, o de aviões turboélices para treinamento militar

e ataque leve, com o EMB-314 Super Tucano, e o de aviões de vigilância eletrônica construídos em plataformas comerciais, no caso os modelos EMB 145 AEW&C e RS/AGS.

No segmento de VANT'S, duas pequenas empresas nacionais vêm se destacando no desenvolvimento e produção, a SantosLab e a Flight Solutions.

A produção de helicópteros no Brasil está restrita à Helibras – subsidiária da Eurocopter (grupo EADS) – que, em 2008, fechou um acordo para implantar uma segunda linha de montagem na unidade de Itajubá (MG), no caso do helicóptero de médio porte EC-725. (ABDI, 2011, p. 24).

6) Plataforma terrestre militar

O segmento terrestre da BID é composto basicamente pela produção de veículos militares.

Para o desenvolvimento e a produção de uma nova família de veículos blindados, depois de um processo de licitação encerrado em 2007, foi contratada a Iveco Brasil, subsidiária do grupo Fiat voltada para produção de veículos pesados, cuja matriz italiana possui uma unidade especializada em veículos militares. No Brasil, a Viatura Blindada de Transporte de Pessoal Média de Rodas 6x6 (VBTP-MR) está sendo desenvolvida em conjunto com o Centro Tecnológico do Exército. (ABDI, 2011, p. 25).

7) Propulsão nuclear

O setor nuclear da BID é coordenado e integrado exclusivamente pela Marinha do Brasil em conjunto com as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), sendo que as demais empresas atuam como fornecedoras. Em geral, os fornecedores são grandes empresas estabelecidas em outros setores, cujas receitas oriundas desses setores representam parcela pequena nas vendas, sendo que os investimentos necessários são pesados.

3.2 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA NO MUNDO

Conforme Dunne (2009), a produção de armas durante a segunda guerra mundial foi realizada pelos arsenais do governo e até seu início não havia planejamento nacional para defesa.

Para o autor, a segunda guerra mundial estimulou inovações tecnológicas sem precedentes e criou enorme demanda para a indústria. As universidades, militares e indústrias somaram investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) financiados pelo governo.

Posteriormente, a Guerra fria entre Estados Unidos e União Soviética exigiu a manutenção de exército permanente e indústria de defesa forte o suficiente para proteger os interesses desses países.

A Tabela 1 apresenta os 12 países que mais gastaram em defesa no ano de 2017, onde se destaca a presença dos EUA e China, e, também, a participação dos gastos em defesa da Arábia Saudita em relação ao seu PIB.

Tabela 1 - Países com maiores gastos com defesa

País	Gastos com Defesa (US\$)	Parcela do PIB gasta com defesa
EUA	609.76	3,1%
China	228.23	1,9%
Arábia Saudita	69.41	10,3%
Rússia	66.33	4,3%
Índia	63.92	2,5%
França	57.77	2,3%
Reino Unido	47.19	1,8%
Japão	45.39	0,9%
Alemanha	44.33	1,2%
Coreia do Sul	39.15	2,6%
Brasil	29.28	1,4%
Itália	29.24	1,5%

Fonte: Sipri (2017).

Os Estados Unidos possuem o maior gasto de defesa com investimento anual, US\$ 610 bilhões, e a Arábia Saudita possui o maior gasto com defesa em relação ao PIB, 10,3% do PIB.

A seguir serão apresentados detalhes sobre a BID de Estados Unidos, China, Arábia Saudita e Rússia.

Estados Unidos

Para Massey (2015), os gastos dos Estados Unidos com defesa representam 45% dos gastos globais. Depois do país, o segundo e terceiro maiores gastos de defesa são da China e da Rússia, ambos rivais norte-americanos, portanto, com restrição para a comercialização de tecnologia avançada por parte das empresas americanas de defesa.

Para Watts (2011), não há estratégia coerente e de longo prazo de manutenção da BID norte-americana, mas o governo possui política industrial abrangente, que sustenta os elementos da BID considerados “verdadeiramente importantes”.

A indústria de defesa americana sofreu nos últimos anos com cortes drásticos no orçamento do Departamento de Defesa e por práticas de espionagem industrial (MEHTA, 2014), mas a ameaça mais relevante para o governo é a cibernética.

Watts (2013) elenca seis “áreas de competição” – ataque de precisão, capacidades nucleares, projeção de poder, acesso aos bens comuns globais, campanhas de armas combinadas e treinamento realista – como vitais para a manutenção das “competências centrais” do poderio militar dos Estados Unidos, nas quais deve-se manter a capacidade competitiva em longo prazo por meio de desenho, engenharia e fabricação domésticos.

China

Para Bitzinger (2011), a indústria de defesa da China estava há 15 anos muito abaixo, em termos de tecnologia, qualidade e capacidade, das indústrias de defesa da Ásia-Pacífico.

Porém, alcançou níveis de países como Japão, Coreia do Sul, Índia ou Cingapura, em grande parte pelo resultado de 15 anos de crescimento de dois dígitos no orçamento oficial da defesa chinesa.

Segundo Bitzinger (2011), o orçamento de equipamentos do Exército, em particular, passou de US\$ 3,1 bilhões em 1997 para um valor estimado de US\$ 26 bilhões em 2011. Desse total, talvez de US\$ 4 bilhões a US\$ 6 bilhões sejam dedicados à P&D de defesa, colocando-o bem à frente de qualquer outro país da região e talvez até o tornando o segundo maior gastador global.

Para Medeiros (2015), a China buscou modelo de suficiência em equipamentos de defesa por mais de 20 anos e desde a década de 1990 tem adotado estratégia mista para equipar suas forças armadas.

Apesar disso, a indústria de defesa chinesa ainda padece de problemas estruturais consideráveis. Um deles é seu atraso tecnológico, que faz com que seus produtos distanciem-se em uma geração (às vezes duas) de seus análogos provenientes do Ocidente e da Rússia, além de sua incapacidade de produzir novas tecnologias de vanguarda.

Arábia Saudita

Segundo Cordesman (2018), a Arábia Saudita é um país que nos últimos anos incrementou de forma substancial seus gastos em defesa. Esse aumento ocorre devido aos grandes desafios de segurança que o país tem, como a ameaça extremista do Estado Islâmico, a tensão sectária entre xiitas e sunitas, o esforço nuclear do Irã, as incertezas do Iraque, entre outros.

O Instituto Internacional de Estudos Estratégicos (IISS), que faz estimativas de produtos nacionais que incluem gastos militares e outros gastos com segurança, estimou que a Arábia Saudita gastou 12,51% de seu PIB em 2015, 12,61% em 2016 e 11,30% em 2017.

Para Cordesman (2018), o nível exato de gastos em segurança da Arábia Saudita é difícil de ser determinado por falta de transparência no orçamento. No entanto, o relatório da Bloomberg indica que a Arábia Saudita estabeleceu novo recorde de orçamento em 2018, cerca de US\$ 261 bilhões, contra US\$ 250 bilhões em 2017.

Rússia

Segundo Oxenstierna (2016), o orçamento russo de defesa dobrou no período 2003-2013, com gastos de US\$ 88 bilhões no ano de 2013. Esse aumento foi financiado pelo crescimento econômico da década de 2000 e pelo aumento do preço do petróleo, de US\$ 19,60/bbl na década de 1990 para quase US\$ 150/bbl em 2007.

No entanto, para a autora, os gastos com defesa foram reduzidos à luz da deterioração da situação econômica ocorrida em 2015. Assim, ainda há *trade-off* entre defesa e outros gastos no orçamento, embora seja evidente que outros itens estão sendo reduzidos significativamente, como os serviços de saúde, apoio à economia e proteção ambiental.

Para Oxenstierna (2016), uma questão a ser enfrentada são as empresas deficitárias/ineficientes e seu poder de *lobby* que mantém os subsídios. Esse apoio estatal prolongado faz com que a indústria de defesa russa precise de modernização.

Observa-se a adoção de medidas específicas para diminuir o atraso tecnológico da indústria de defesa na alocação de recursos, e novos programas e agências governamentais foram criados durante a segunda metade dos anos 2000

como forma de impulsionar o desenvolvimento tecnológico da BID do país. Adicionalmente, parcerias com países e empresas tecnologicamente avançados do Ocidente (notadamente da Europa) têm sido estabelecidas (ANDERSON, 2009).

Outra importante característica a ser observada no momento atual da BID russa é a mudança de sua orientação produtiva. Até meados dos anos 2000, a maioria da produção industrial de defesa do país era voltada à exportação. Contudo, novos programas governamentais de reaparelhamento das Forças Armadas aumentaram consideravelmente a demanda interna por produtos de defesa e, em conjunto com os supracitados investimentos e esforços em P&D, têm impulsionado o desenvolvimento de novos sistemas de defesa no país (MORAES, 2014; BISTROVA, 2011).

Índia

Em 2014, o orçamento global de defesa da Índia foi de aproximadamente US\$ 37,7 bilhões. Espera-se que esse orçamento aumente para US\$ 65,4 bilhões até 2020. Metade dos gastos com a defesa da Índia tem sido historicamente direcionada para aquisições, com investimentos entre US\$ 100 e US\$ 150 bilhões até 2018 (MASSEY, 2015).

Um desenvolvimento importante nesse processo foi a implementação do processo de aquisições em defesa, tendo entre seus objetivos a construção de capacidades da indústria de defesa indiana por meio de obrigações de *offset* que exigem que os fornecedores destinem pelo menos 30% do valor do contrato para empresas indianas.

As aquisições em andamento das principais empresas de defesa incluem a compra de 15 helicópteros Chinook CH-47F e 22 helicópteros de ataque Ah-64D Block-III Apache, ambos da Boeing.

Para Massey (2015), a Índia tenta satisfazer as suas necessidades de defesa por meio de produção nacional, mas tem enfrentado continuamente contratempos e prazos alargados. Por exemplo, a Índia iniciou o programa de aeronaves leves de combate “Tejas” em 1983, mas a primeira aeronave funcional não saiu da linha de produção até janeiro de 2015, uma espera de 32 anos.

Empresas do setor

Para Correa Filho (2013), com o fim da Guerra Fria o setor passou por processo de reestruturação e consolidação que gerou estrutura oligopolizada, com os principais *players* sendo conglomerados com atuação diversificada e atuando também fora desse mercado.

A maior parte desses grupos econômicos pratica a estratégia de diversificar suas atividades, valendo-se da aplicação dual de muitas tecnologias como forma de ampliar seus mercados. Em 2011, os dez maiores grupos faturaram US\$ 220 bilhões somente com vendas para o setor de defesa. (CORREA FILHO, 2013, p. 375).

Tabela 2 - 20 maiores grupos da indústria de defesa

Ranking	Empresa	País	Vendas com Defesa (Bilhões USD)	Percentual de vendas com defesa em relação ao total de vendas(%)
1	Lockhead Martin Corp.	Estados Unidos	44,92	88
2	Boeing	Estados Unidos	26,93	29
3	Raytheon	Estados Unidos	23,87	94
4	BAE Systems	Reino Unido	22,94	98
5	Northrop Grummam Corp.	Estados Unidos	22,37	87
6	General Dynamics Corp.	Estados Unidos	19,46	63
7	Airbus Group	Europa	11,29	15
8	Thales	Europa	9,00	51
9	Leonardo	Itália	8,86	68
10	Almaz-Antey	Rússia	8,57	94
11	United Technologies Corp	Estados Unidos	7,78	13
12	L3 Communications	Estados Unidos	7,75	79
13	Huntington Ingalls Industries	Estados Unidos	6,47	87
14	United Aircraft Corp.	Rússia	6,44	83
15	United Shipbuilding Corp.	Rússia	4,98	89
15	Pratt & Whitney (United Technology Corp.)	Estados Unidos	4,78	30
16	Honeywell International	Estados Unidos	4,46	11
17	Rolls-Royce	Reino Unido	4,42	23
18	Leidos	Estados Unidos	4,38	43
19	Naval Group	França	4,13	99
20	Textron	Estados Unidos	4,10	29

Fonte: Sipri (2017).

A Tabela 2 mostra a importância de grandes empresas com atuação civil, como é o caso da Boeing, que se coloca como a segunda maior empresa de defesa do mundo. Caso semelhante pode ser visto na empresa francesa Airbus.

3.3 BASE INDUSTRIAL DE DEFESA BRASILEIRA

Segundo Pim (2007), a partir de 1964 o governo passou a implementar iniciativas voltadas à formação de complexo industrial de defesa no país. Considerando o potencial industrial previamente desenvolvido e a formação de quadros técnicos especializados nas décadas anteriores, os incentivos à BID durante o regime militar a fariam crescer de maneira acelerada durante o período, crescimento este que possibilitou ao Brasil, país que praticamente não exportava material de

defesa em 1970, tornar-se o quinto maior exportador do mundo no setor, apenas uma década depois.

A indústria de defesa no Brasil e as exportações brasileiras de armamentos tiveram seu auge entre a metade dos anos 1970 e o início dos anos 1990, quando os veículos blindados modelos Cascavel, Urutu e Jararaca, fabricados pela empresa Engenheiros Especializados S/A (Engesa), o sistema de artilharia de foguetes Astros II (em inglês, *Artillery Saturation Rocket System*), fabricado pela Avibras Indústria Aeroespacial, e as aeronaves militares Tucano e Xingu, da Embraer, foram produzidos em volume relativamente elevado para atender às Forças Armadas do Brasil e/ou de países como Iraque, Líbia, Reino Unido, França e Colômbia (MORAES, 2012).

Para Pim (2007), esse crescimento foi encabeçado por três grandes conglomerados industriais: Engenheiros Especializados S/A (Engesa), empresa voltada para a produção de veículos blindados; Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer), empresa de capital misto e controle estatal naquele período, atuando na produção de aeronaves; e Avibras Indústria Aeroespacial, empresa privada voltada à produção de foguetes e mísseis, as quais eram responsáveis por 95% das exportações do setor militar à época (ACUÑA; SMITH, 1994 apud PIM, 2007, p. 10).

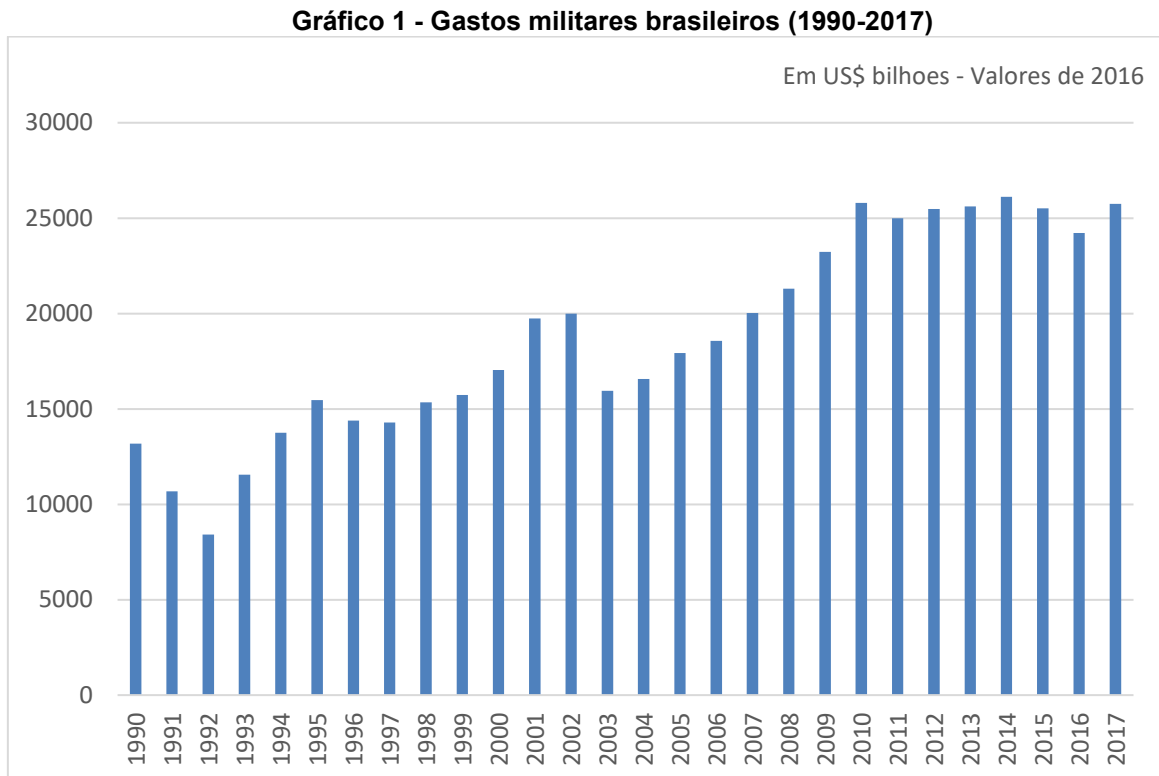
O setor entrou em crise com o fim da guerra Irã-Iraque, em 1988, quando supriu parte significativa da demanda do Oriente Médio, especialmente para a Engesa e Avibra, que foram potencializadas pela demanda reprimida do fim da guerra fria e pela oferta dos Estados Unidos de produtos com tecnologia mais avançada advindos da operação “Tempestade no deserto” (PIM, 2007).

Adicionalmente, os problemas políticos e econômicos do início da década de 1990 e os investimentos estrangeiros não repercutiram sobre os investimentos em P&D e na infraestrutura tecnológica:

Os investimentos estrangeiros foram orientados para a compra de companhias existentes e nem tanto aos investimentos. Como consequência, muitos dos programas existentes se viram reduzidos consideravelmente ou eliminados diretamente, comprimindo a capacidade brasileira de criar e exportar produtos tecnologicamente avançados. (BROAD et al., 2005 apud PIM, 2007, p. 337).

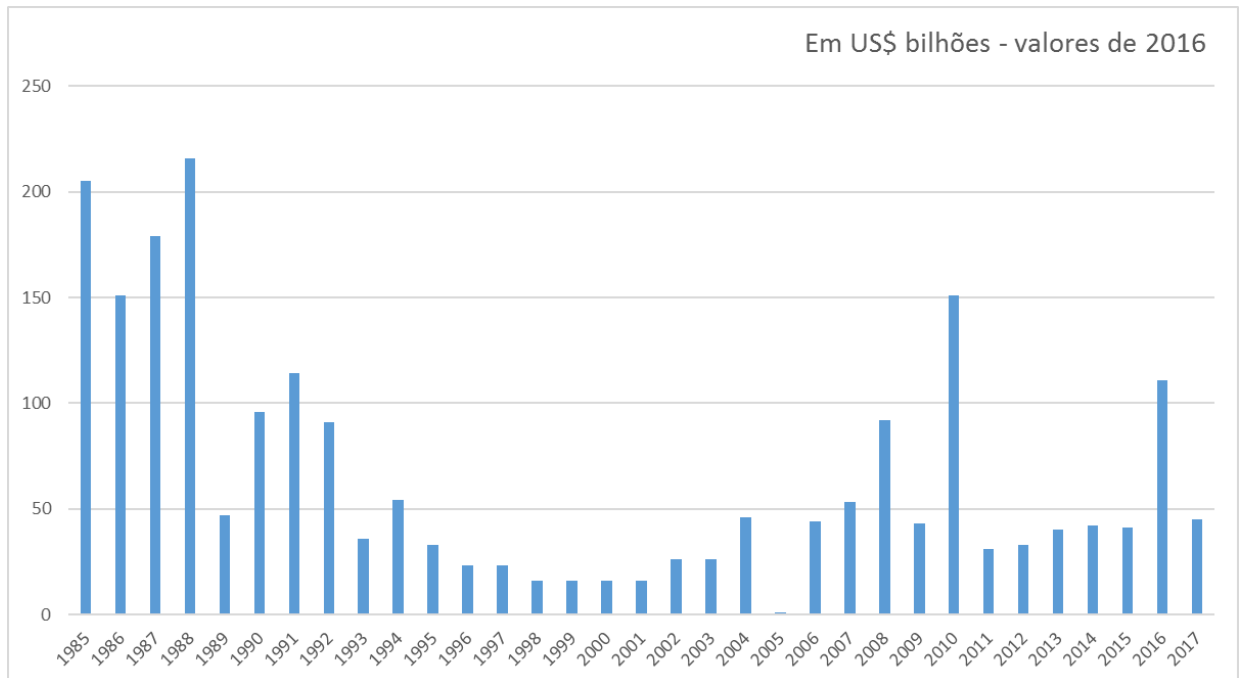
A situação da BID apresentou relativa melhora na última década, com indícios de expansão das empresas atuando na área e início de retomada das exportações. Nesse período também surgiram novas iniciativas governamentais visando beneficiar a BID (Mapeamento da Base Industrial de Defesa, 2016).

Conforme Gráfico 1, do ponto de vista econômico, a segunda metade da década de 2000 é marcada por vigorosa retomada do crescimento, sustentada inicialmente por cenário internacional extremamente favorável e, na sequência, por grande expansão do mercado interno. Por sua vez, esse crescimento econômico ampliou a capacidade de investimento do Estado nas mais diversas áreas, incluindo a defesa (ABDI, 2011).



Fonte: Sipri (2017).

Outra visão do setor, que mostra cenário positivo em meados dos anos 1980 e melhora no cenário da BID, a partir de 2006, pode ser evidenciada pelo aumento nas exportações de equipamentos militares brasileiros, conforme observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Exportações brasileiras de equipamentos militares

Fonte: Sipri (2017).

Atualmente, as principais empresas que compõem a BID brasileira são remanescentes dos grandes projetos militares iniciados nas décadas de 1970 e 1980, como Embraer, Helibras, Avibras, IMBEL e Emgepron, ou, então, são empresas mais recentes que acolheram os projetos iniciados naquele período, como Mectron, Agrale e Fundação Atech34 (ABDI, 2011).

Destaca-se, por fim, que a atual estrutura da BID é razoavelmente diversificada, compreendendo diferentes segmentos (Mapeamento da Base Industrial de Defesa - 2016).

Dessa forma, a Base Industrial Brasileira tem grande potencialidade para participar do desenvolvimento de projetos na área de pesquisa e desenvolvimento e do comércio internacional do mercado de defesa, que poderá levar o Brasil a outro patamar de desenvolvimento.

Para este trabalho foi considerada lista de patentes e citações de patentes de empresas da Base Industrial de Defesa Brasileira feita pela ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial)

3.3.1 Principais empresas do setor

Embraer

A Embraer foi fundada em 1969 pelo Decreto Lei nº 770, como empresa de capital misto. Com mais de 50 anos de experiência em projetos, fabricação e comercialização, a empresa já produziu mais de 4.100 aeronaves que operam em 69 países, nos cinco continentes (DELLAGNEZZE, 2008).

A alta tecnologia alocada em suas aeronaves advém da capacitação de seus engenheiros e técnicos formados no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e no Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), localizados em São José dos Campos-SP (DELLAGNEZZE, 2008).

O portfólio de produtos da empresa inclui o avião Super Tucano, adquirido por países como Angola, Burkina Faso, Chile, República Dominicana, Equador, Indonésia, Mauritânia, Senegal e Estados Unidos (DELLAGNEZZE, 2008).

Destaca-se que em outubro de 2014 a Embraer apresentou o primeiro protótipo do avião de transporte militar KC-390, desenvolvido em parceria com a Força Aérea Brasileira (FAB). A versatilidade apresentada pelo modelo, característica que abre a possibilidade de seu uso para as mais diversas missões, pode contribuir com o aumento das exportações brasileiras na área de defesa. Conforme contrato assinado entre a empresa e a FAB, serão entregues à Força 28 aeronaves do modelo, que devem entrar em operação em 2016, e já conta com cartas de intenção para a venda de outras 32 unidades para o Chile, Portugal e Suécia (BIANCONI; HAYNES, 2014).

Helibrás

Criada em 1978, em São José dos Campos-SP, e inaugurada em 1980, em Itajubá-MG, a empresa é responsável pela montagem, venda e pós-venda dos helicópteros da linha Eurocopter no Brasil (DELLAGNEZZE, 2008).

A gama de produtos comercializados pela empresa inclui desde o monoturbina de 5 lugares até os biturbinados, com até 30 assentos. A Helibrás já produziu mais de 500 helicópteros e 10% de sua produção total é exportada para Argentina, Chile, México e Uruguai (DELLAGNEZZE, 2008).

Avibras

Empresa criada em 1961, projeta, desenvolve e fabrica produtos e serviços bélicos (artilharia e sistemas bélicos aéreos, foguetes e mísseis).

A partir de 1980, começou a desenvolver e produzir sistemas de artilharia de saturação de área, com foguetes de diferentes calibres e com diversos tipos de cabeça, como o sistema *Astros (Artillery Saturation Rocket System)* e o *Fila (Fighting Intruders at Low Altitude)* para controle e direção de tiro antiaéreo a baixa altitude (DELLAGNEZZE, 2008).

Emgepron

A Empresa Gerencial de Projetos Navais é uma empresa pública federal que atua no vasto espectro tecnológico dos projetos de interesse da Marinha do Brasil (MB) na construção e prestação de serviços relacionados a embarcações militares, reparos navais, sistemas de combates embarcados, munição de artilharias, serviços oceanográficos e apoio logístico.

A empresa participou da construção da Corveta Barroso, da modernização das seis Fragatas Niterói e apoiou a Marinha na construção de submarinos.

IMBEL – Indústria de Material Bélico do Brasil

A IMBEL é uma empresa estatal brasileira, autorizada a ser criada pela Lei nº 6.227, de 14 de julho de 1975, sendo vinculada ao Comando do Exército.

Os principais produtos fabricados e comercializados pela IMBEL são fuzis, pistolas e carabinas; munições de artilharia, de morteiros e de carros de combate; pólvora, explosivos e acessórios; equipamentos de comunicações e eletrônica; e sistemas de abrigos temporários de campanha, humanitários e de defesa civil.

Atualmente, a empresa tem sua sede instalada em Brasília/DF e suas unidades de produção são localizadas nas cidades de Piquete/SP, Rio de Janeiro/RJ, Magé/RJ, Juiz de Fora/MG e Itajubá/MG.

Forjas Taurus

A Forjas Taurus é uma empresa estratégica de defesa, de capital aberto, com sede em São Leopoldo, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Fundada em 1939, com clientes em 85 países, é líder no mercado brasileiro de capacetes para motociclistas e ciclistas, coletes à prova de bala e escudos antitumulto.

Atualmente a Companhia atua nos segmentos de armas e acessórios, capacetes e acessórios, contêineres, plásticos e M.I.M. (*Metal Injection Molding*), possuindo 4 plantas industriais, 3 delas no Brasil e uma em Miami, nos Estados Unidos. As unidades brasileiras estão situadas no Rio Grande do Sul, Paraná e Bahia.

4 POTENCIAL DO USO DUAL DAS PATENTES BRASILEIRAS

Este capítulo verifica o potencial de transbordamento das tecnologias militares das empresas da BID Brasil para aplicações civis, como forma de mostrar a relevância dos gastos com defesa, com inovações que contribuem para o crescimento econômico brasileiro.

Além disso, será apresentada a metodologia utilizada para avaliar quais as características da patente, da empresa da patente original e da empresa citante (empresa que citou outra patente como referência) facilitam ou incentivam a citação por patente civil de uma patente militar, ou seja, facilitam o transbordamento do conhecimento do setor militar para o civil. O capítulo finaliza com a apresentação da estatística descritiva da amostra.

4.1 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO

Em termos de especificação econométrica, este trabalho testou a possibilidade de utilização conforme artigo de Acosta (2011), a estimação de modelo de regressão logística multinível (Logit Multinível).

Como os dados de patentes e citações de patentes possuem dados hierarquizados foi avaliado por meio do Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) o grau de dependência dentro dos grupos, que para este trabalho foi considerado a empresa citante.

O CCI pode ser estimado por meio dos modelos lineares multiníveis a partir do chamado modelo intercepto ou modelo nulo, ou seja, por um modelo que não inclui variáveis explicativas.

A partir do modelo nulo, obtém-se a partição da variabilidade nos dados entre os dois níveis. A variância total de Y pode ser decomposta pelas variâncias dos níveis 1 e 2:

$$Var(Y_{IJ}) = Var(u_{0i}) + Var(\epsilon_{ij}) = \sigma_{u_0}^2 + \sigma^2$$

A covariância entre duas observações $j \neq j'$ no mesmo grupo i é igual a variância da contribuição de u_{0i} que é compartilhada por estas observações, isto é,

$$cov(Y_{ij}Y_{ij'}) = var(u_{0i}) = \sigma_{u_0}^2$$

E a correlação intra-classe é dada por:

$$\rho(Y_{ij}Y_{ij'}) = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_{u0}^2 + \sigma^2}$$

A correlação intra-classe é uma estimativa da proporção da variância populacional explicada pela estrutura de grupamento. Assim, o modelo nulo estabelece que a correlação intra-classe estimada é igual a proporção estimada da variância no nível grupo, quando comparado com a variância estimada.

A variância estimada σ_{u0}^2 no modelo nulo foi de 0,43, desta forma o coeficiente de correlação intra-classe é de 0,1155, assim, 11,55% da variabilidade total é explicado para variabilidade do grupo.

Posteriormente foi feito o teste de Análise de variância (ANOVA) para comparar os modelos Logit Multinível e o modelo Logit e os resultados não rejeitam a hipótese nula, $H_0 = \mu_1 = \dots = \mu_K$ que representa a afirmação de que todas as médias (tratamentos) são iguais, evidenciando que as médias entre os níveis não diferem significativamente. Desta forma, como os modelos não diferem foi utilizado o modelo Logit Binário.

A regressão logística é modelo estatístico usado quando se deseja explicar uma variável resposta categórica em função de variáveis explicativas quantitativas ou qualitativas. No caso específico, a maioria das variáveis explicativas e a variável resposta serão binárias, ou seja, a variável possui dois possíveis resultados: sucesso ou fracasso.

A técnica Regressão Logística Binária é elaborada com base na estimação por máxima verossimilhança, e a equação linear que introduz o modelo é:

$$Z_i = \alpha + \beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad \text{Equação 6}$$

Nessa equação, Z_i é chamado logito, α representa a constante, β_j ($j=1,2,\dots,k$) são os parâmetros que serão estimados para as variáveis explicativas e X_{ij} são as variáveis explicativas, que podem ser métricas ou dummies (Favero,2015).

Diferentemente do modelo de regressão linear múltipla, o logito Z não é diretamente a dependente Y , é necessário definir a expressão de probabilidade π , de ocorrência do evento considerado sucesso, em função do logito Z_i , a ser estimado em função das variáveis explicativas.

Um conceito muito importante na regressão logística é o de chance, usualmente chamado de odds. Suponha uma variável Y com duas categorias: sucesso, denotado por 1, ou fracasso, por 0. Para a probabilidade de sucesso $P(Y=1)=\pi$, a chance de sucesso é definida por:

$$odds = \frac{\pi}{(1-\pi)} \quad \text{Equação 8}$$

Na regressão logística Binária é definido o logito Z como o logaritmo natural ou neperiano do odds, e assim temos a equação:

$$\ln(odds_{y_{i=1}}) = Z_i \quad \text{Equação 9}$$

Com base na equação 5, podem ser escritas as equações a seguir:

$$\ln(odds_{y_{i=1}}) = Z_i \quad \text{Equação 10}$$

$$\frac{p_i}{1-p_i} = e^{Z_i} \quad \text{Equação 11}$$

A partir da equação 11, obtém-se a equação de probabilidade p_i , conforme equação 12:

$$p_i = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} \quad \text{Equação 12}$$

Dessa forma, o modelo será usado para avaliar o impacto relativo de cada um dos conjuntos de atributos (características da patente, da empresa da patente original e da empresa citante) sobre a propensão a utilizar a patente militar original na construção de patentes civis (transbordamento).

Para Acosta (2011), os dados possuem características que facilitam a utilização desse modelo logit:

- a natureza binária da variável Target, ou seja, ela assume valor 1 quando a patente que cita a patente militar original teve uso exclusivamente civil, indicado por códigos IPC não militares, e 0 caso contrário;
- os dados são agrupados e muitas das variáveis explicativas, que capturam as características da patente original, são do mesmo tipo. Portanto, a amostra tem estrutura de grupo, decorrente do fato de que existem várias patentes citadas que têm suas origens na mesma patente.

4.1.1 Construção das variáveis

A seleção das variáveis foi efetuada com base nos dados disponíveis nas patentes e citações de patentes da base de dados Derwent Innovations Index.

A Derwent Innovations Index, representada pela empresa norte-americana Thomson Reuters, é uma base de dados de patentes indexadas nas áreas de química, engenharia/eletricidade e eletrônica, com abrangência mundial, e cerca de 25 mil documentos de patentes incluídos semanalmente, cobrindo mais de 14,8 milhões de invenções básicas desde o ano de 1963 e passou a contar com informações sobre citações de patentes a partir de 1973 (THOMSON REUTERS, 2018). As informações e documentos originais de patentes são obtidos junto a 41 órgãos nacionais emissores de patentes e, em seguida, publicados na Derwent Innovations Index.

Foi utilizada a Classificação Internacional de Patentes (IPC) para identificar as patentes e citações de patentes militares ou civis, permitindo rastrear os fluxos de conhecimento entre os setores.

O Quadro 1 mostra os códigos considerados diretamente como patentes militares, detalhando os setores F41 (Armas) e F42 (Munições e explosivos). Além disso, foram consideradas as informações do Quadro 2 com outras patentes militares, construído por Acosta (2011).

Utilizando-se os Quadros 1 e 2, realizou-se a classificação das patentes em três categorias:

- patente militar, quando inclui apenas códigos IPC militares (Quadros 1 e 2);
- patente mista: quando inclui um ou mais códigos IPC militares (Quadros 1 e 2), juntamente com pelo menos um código IPC não militar; e
- patente civil: quando não inclui códigos IPC militares listados nas Quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Classificação internacional de patentes (códigos IPC F41 e F42)

F41	Armas
F41A	Detalhes ou características funcionais comuns para armas de fogo portáteis e material bélico, p. ex. canhões; montagens para as armas de fogo portáteis ou peças de artilharia
F41B	Armas para lançamento de mísseis sem o uso de carga explosiva ou propulsora; armas não incluídas em outro local

F41C	Armas de fogo portáteis, p. ex. pistolas ou rifles e seus acessórios
F41F	Aparelhos para lançamento de projéteis ou mísseis por meio de canos das armas, p. ex. canhões
F41G	Miras de armas; pontaria
F41H	Blindagem; torres blindadas; veículos blindados ou armados; meios de ataque ou defesa, p. ex. camuflagem em geral
F41J	Alvos; campos de tiro; coletores de balas
F42	Munição; detonação
F42B	Cargas explosivas, p. ex. para detonação; fogos de artifício; munições
F42C	Espoletas para munições
F42D	Detonação

Fonte: Acosta (2011).

Quadro 2 - Classificação internacional de patentes (outros códigos militares IPC)

A45F 3/06	Equipamento para viagem ou acampamento; sacos ou mochilas carregados no corpo
A63H 13/08	Figuras de brinquedo com partes automáticas, com ou sem movimento do brinquedo como um todo, capazes de executar exercícios militares
A62D 101/02	Substâncias químicas nocivas tornadas inócuas, ou menos nocivas, efetuando transformação química – substâncias de ataque químico
B63G	Instalações ofensivas ou defensivas em embarcações; lançamento de minas; rocega de minas; submarinos; porta-aviões
B64D 1/04	Pulverização, descarga, liberação ou recebimento de artigos, líquidos ou similares durante o voo... sendo os artigos explosivos, p. ex. bombas (armação ou colocação de detonador de bomba F42C)
B64D 1/06	Pulverização, descarga, liberação ou recebimento de artigos, líquidos ou similares durante o voo – lançamento de bombas; portinholas para bombas
B64D 7/00	Disposições de equipamento militar, p. ex. armamento, acessórios de armamentos ou blindagem de proteção, em aeronaves; adaptações de montagens de armamentos para aeronaves
E04H 9/04	Edificações, grupos de edificações ou abrigos adaptados para resistir ou oferecer proteção contra influências externas anormais – contra-ataques aéreos ou outras manifestações bélicas

E06B 5/10	Portas, janelas ou fechamentos similares para fins especiais; estruturas de molduras para os mesmos para proteção contra ataques aéreos ou outros atos de guerra; para outros fins de proteção
-----------	--

Fonte: Acosta (2011).

A variável dependente utilizada captura o uso civil da tecnologia militar com uma variável binária que assume valor 1 se as patentes citantes de uma patente militar nacional contiverem apenas códigos civis, significando que a patente tem uso civil. E valor 0 se a patente citante contém algum código IPC militar, o que significa que a patente militar foi usada para fins não civis.

As variáveis independentes são divididas em dois grupos: variáveis com características da patente original e variáveis que capturam as características da patente citante.

1. Variáveis com características da patente original:

- código da patente original; isto é, exclusivamente armas (a patente original tem apenas códigos F41), armas e munições (códigos F41 e F42), além de quaisquer outros códigos não militares. Essa variável foi utilizada para determinar se a patente é civil, mista ou militar;
- experiência tecnológica da instituição original (NUMPAT). O número de patentes que a empresa proprietária da patente militar registrou no passado determinará sua experiência no uso desse tipo de conhecimento codificado. É de se esperar que as empresas familiarizadas com a geração de patentes tenham maior propensão para o desenvolvimento de tecnologia passível de ser usada para diversos fins – incluindo aplicações civis, ou seja, espera-se sinal positivo para essa variável;
- ano de registro da patente original (AR1997, AP1999, AP2000, AP2001, AP2002). Com o objetivo de levar em conta a diferença nas datas de registro (de 1997 a 2017) das patentes militares originais no modelo, um grupo de variáveis fictícias, que levou em conta o ano em que elas foram registradas, foi considerado. É de se esperar que, quanto mais velha fosse a patente militar original, maior o número de citações civis, ou seja, espera-se que essa variável seja maior quanto mais antigo o registro da patente.

2. Variáveis que capturam as características da patente citante (que citou a patente original)

- nacionalidade do proprietário da patente civil (WPAISUS, WPAISDE, WPAISGB, WPAISFR, WPAISJP). O país de origem da empresa que utiliza tecnologia militar para fins civis pode influenciar a extensão desse uso. É de se esperar que países com maior experiência no uso de tecnologia militar, ou com tradição maior nesse tipo de desenvolvimento tecnológico, sejam mais qualificados para transbordar a tecnologia para o setor civil;
- a quantidade de patentes registradas pela empresa/instituição que utiliza tecnologia militar para fins civis mostra a experiência da empresa em inovar, utilizando como referência patentes militares. É de se esperar que as empresas com experiência tecnológica mais ampla apliquem a tecnologia militar a usos mais civis com mais facilidade do que aquelas que não possuem o mesmo nível de experiência.

Um resumo descritivo das variáveis dependentes e explicativas e sua natureza específica é mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Resumo descritivo das variáveis dependentes e explicativas e sua natureza

Variáveis dependentes e explicativas	
Target_Final	Variável dependente binária que determina o uso civil ou não civil da tecnologia militar. Se a patente citando uma militar contém apenas códigos IPC civis, ela leva o valor 1; se contiver algum outro código militar do IPC, o valor será 0.
F41F42	Setor tecnológico da patente original. Esta variável dummy terá o valor 1 se a patente original for de Armas e munições ou explosivos; 0 caso contrário.
F41	Setor tecnológico da patente original. Esta é uma variável DUMMY que terá o valor 1 se a patente original for apenas uma patente de arma; 0 caso contrário.
WPAISUS	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for norte-americana; 0 caso contrário.
WPAISCH	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for Chinesa; 0 caso contrário.
WPAISBR	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for brasileira; 0 caso contrário.
WPAISFR	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for francesa; 0 caso contrário.
WPAISDE	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for alemã; 0 caso contrário.
WPAISGB	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for do Reino Unido; 0 caso contrário.
WPAISJP	Nacionalidade da empresa citando a patente original. Esta variável dummy assume valor 1 se a empresa citando a patente original for japonesa; 0 caso contrário.
LNUMPATP	Logaritmo do número de patentes existentes no banco de dados cadastrado pela empresa proprietária da patente original; essa variável dá uma ideia da capacidade tecnológica da empresa.
LWNUMPATP	Logaritmo do número de patentes existentes no banco de dados cadastrado pela empresa citando a patente original; essa variável dá uma ideia da capacidade tecnológica da empresa
AP2010- AP2017	Variáveis dummy que indicam o ano em que o pedido de patente original foi arquivado. A variável terá o valor 1 se o pedido de patente original foi apresentado em 2010; caso contrário, levará o valor 0. Variáveis dummy foram tomadas para 2010 a 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS

A base de dados utiliza todas as patentes das empresas definidas pela ABDI como de defesa, correspondendo a 1.153 patentes e 630 citações retiradas da base de dados Derwent Innovations Index.

Os dados referentes às empresas brasileiras do setor de defesa com patentes registradas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Empresas brasileiras com mais patentes

Empresa	Quantidade de Patentes
Embraer	511
Lupatech	53
Forjas Taurus	39
Bradar Industria	27
Imbel	23
Weg Automação	23
Avibrás	22
Full Gauge Eletro	14
CNH Latin America	12
AGX Tecnologia	11
CBC	11
Renner Sayerlack	11
Condor S.A	10
Codistil	10
Vulkan do Brasil LTDA.	10
Arvus Tecnologia	9
Autotrac	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Importante ressaltar que as empresas Helibrás e Emgepron, apesar do destaque no setor de defesa, não possuem patentes registradas para utilização neste trabalho.

Ao se analisar os dados das empresas que citaram as patentes do setor de defesa brasileiro, observou-se que a maioria das empresas que cita patentes brasileiras é norte-americana, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Empresas com mais patentes citantes

Empresa	Quantidade de Patentes Citantes
Smith & Wesson Corp	58
Battenfeld Technologies	29
Boeing co.	25
Springfield Inc.	19
Airbus Operations GMBH	15
Alliant Techsystems Inc	14
Sturm Ruger & co.	14
Embraer	9
Imperial Chem Ind.	7
Oracle Int Corp.	7
Ensign Bickford co.	6
Forjas Taurus	6
General Electric	6
Whirlpool	6
Dyno Nobel	5
Siemens AG	5
Snecma	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, os países que mais fizeram citação de patentes brasileiras de defesa foram os listados na Tabela 5.

Tabela 5 - Países com mais citação de patentes brasileiras do setor

País	Quantidade de patentes citantes
Estados Unidos	321
França	54
China	53
Brasil	42
Alemanha	39
Reino Unido	22
Japão	18
Itália	10
Áustria	6
Espanha	6
Suécia	6
África do Sul	5
Coreia do Sul	4
Suíça	4
Canadá	4
Eslováquia	3
Finlândia	3
Taiwan	3
Israel	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para se estimar a Equação 6 foram utilizadas informações das patentes das empresas consideradas de defesa pela ABDI, totalizando 71 patentes e 410 citações de patentes retiradas da base de dados *Derwent Innovations Index*.

Foram selecionadas as empresas de defesa brasileiras conforme base de dados disponibilizada pela ABDI com 896 empresas do setor. Nessa lista existem empresas que atuam não somente no mercado de defesa.

O segundo passo foi extrair manualmente da base de dados *Derwent Innovations Index* informações sobre pedidos de patentes para as empresas selecionadas anteriormente. Das 896 empresas do passo 1 foram encontradas 1.153 patentes registradas para 132 empresas.

Posteriormente, cada uma das patentes foi classificada em uma das três categorias, de acordo com seus códigos IPC e seguindo Acosta (2011).

Finalmente, para identificar as tecnologias que podem ser classificadas como de dupla utilização, coletou-se informações sobre citações nessas patentes de patentes anteriores (citações anteriores) e vinculou-se a classificação de uma patente (militar, mista ou civil) à classificação das patentes citadas (militar, mista ou civil).

A estatística descritiva das variáveis explicativas utilizadas nos modelos econométricos é mostrada na Tabela 6. Para variáveis binárias foi feito a contagem da frequência do sucesso e insucesso para cada variável.

Tabela 6 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas

Variável	Frequência	
	0	1
Y	352	58
F41	344	66
F41F42	328	82
WPAISUS	285	125
WPAISBR	372	38
WPAISCH	349	61
WPAISFR	362	48
WPAISDE	380	30
WPAISGB	389	21
WPAISJP	389	21
WPAISoutros	344	66
ANO	206	204

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Maximo	Mediana
LNUMPAT	3,11	1,60	0,00	4,88	3,66
LNUMPATP	5,23	3,00	0,00	12,44	5,12

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7 - Estatística descritiva das variáveis não utilizadas

	Quantidade
Patentes não militares	205
Patentes militares	139

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados foram obtidos utilizando o modelo Logit Binário do *software* R Studio e são apresentados na Tabela 8. O modelo inclui as 410 observações das 71 patentes originais e suas citações.

Foram construídos 3 modelos com a inclusão gradual de variáveis explicativas no modelo para verificar o melhor ajuste a cada modelo estimado.

Para a escolha do modelo foi utilizado o seguinte critério:

a. Critério de Akaike

Akaike (1974) utilizou a Informação de Kullback-Leibler para testar se determinado modelo é adequado, mostrando que o viés é dado assintoticamente por p , em que p é o número de parâmetros a ser estimado no modelo, e definiu seu critério de informação como:

$$AIC = -2\log L(\hat{\theta}) + 2(p) \quad \text{Equação 9}$$

Quanto menor o valor mais ajustado está o modelo.

A Tabela 7 apresenta o resultado dos critérios de seleção para os quatro modelos:

Tabela 7 - Resultados dos critérios de seleção

Critério	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Critério de Akaike	322,58	319,57	322,58

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelos critério utilizado, foi escolhido como mais adequado o modelo 2 por ter o menor valor e a maior quantidade de variáveis entre os 3 modelos e. Os resultados são apresentados na Tabela 8.

- Modelo 2 – Modelo utilizando todas as variáveis.

Tabela 8 - Resultados do modelo

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2688	-0.5870	-0.4562	-0.3170	2.5084

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-3.72529	0.66150	-5.632	1.79e-08	***
F41	-2.25248	0.70347	-3.202	0.00136	**
F41F42	2.43124	0.61831	3.932	8.42e-05	***
LNUMPAT	0.29268	0.11364	2.575	0.01001	*
ANO	0.55687	0.32446	1.716	0.08611	.
WPAISUS	0.08482	0.50013	0.170	0.86533	
WPAISBR	0.45926	0.70047	0.656	0.51205	
WPAISCH	-0.04205	0.58209	-0.072	0.94241	
WPAISFR	0.89766	0.54760	1.639	0.10116	
WPAISDE	0.19441	0.70187	0.277	0.78178	
WPAISGB	0.17831	0.71109	0.251	0.80200	
WPAISJP	-15.32819	863.49128	-0.018	0.98584	
LNUMPATP	0.05594	0.05791	0.966	0.33400	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 323.97 on 399 degrees of freedom

Residual deviance: 293.57 on 387 degrees of freedom

(10 observations deleted due to missingness)

AIC: 319.57

Number of Fisher Scoring iterations: 16

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do modelo 3, apresentados na Tabela 8, indicam que as variáveis do termo aleatório, F4142, F41 e LNUMPAT foram significativas ao nível de 1%. A variável ANO significativa ao nível de 10%.

Em um modelo Logit, o coeficiente das variáveis explicativas dão a variação nas probabilidades de log do resultado para um aumento de uma unidade na variável preditora, dessa forma, a variável F41F42=1 um coeficiente positivo de 2,43124

significa que a probabilidade de ocorrer o transbordamento aumenta quando a variável é $F41F42=1$. Assim, inovações classificadas como Armas e Munições possuem maior chance de transbordamento do conhecimento do setor militar para o civil. Isso pode ser explicado pela inclusão de variáveis F42 (Munições), que possuem espectro de utilização em outros setores, como os explosivos em mineração.

Já a variável F41, que inclui patentes específicas de armas, com coeficiente de -2,2524, diminui a probabilidade de transbordamento do conhecimento do setor militar para o civil, explicada pela utilização restrita desse tipo de patente para o setor de defesa.

A experiência tecnológica da empresa que originalmente apresentou o pedido de patente militar é fator relevante no transbordamento, com sinal positivo em relação ao uso civil da tecnologia militar. Dessa forma, quanto maior a experiência tecnológica da empresa que criou a patente, maiores as chances de ocorrer o transbordamento do conhecimento do setor militar para o civil. Isso pode ser explicado pela expertise da empresa com patentes e inovação.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo mostrar o impacto das tecnologias de uso dual no crescimento econômico utilizando a metodologia de citações de patentes. Os principais resultados obtidos foram:

- das 1.153 patentes registradas pelas empresas do BID, 14,31% são consideradas militares. Deste total, 61,22% são classificadas como de outras patentes militares, 32,12% correspondem a armas (F41) e 6,66% a munições e explosivos (F42);
- das citações de patentes da BID, 51% são de empresas dos Estados Unidos, 8,59% de empresas francesas, 8,43% de chinesas, 6,68% de brasileiras, 6,20% de alemãs, 3,50% do Reino Unido e 2,86% de empresas japonesas;
- das patentes citadas, 70,11% são civis, 18,39% são de outras patentes militares, 9,20% de armas e 2,30% de munições e explosivos;
- os EUA são o país que mais utiliza tecnologia militar, com 44,61% das 325 citações das patentes militares das empresas da ABDI, seguidos pela Alemanha, com 13,5% e Brasil com 12,30%.

Com relação à questão de quais fatores influenciam o uso civil da tecnologia militar, foi realizada análise logit para identificar a probabilidade de cada patente militar ser citada.

Os resultados encontrados foram:

- patentes originais relacionadas a armas e munições e explosivos impactam positivamente na probabilidade de ocorrer o transbordamento do conhecimento do setor militar para o civil e as patentes exclusivamente de armas diminuem essa probabilidade devido às especificidades desse tipo de invento;
- da mesma forma, a habilidade tecnológica da empresa que usa tecnologia militar explica negativamente seu uso civil, assim, empresas com mais experiência com patentes facilitam o transbordamento do conhecimento para o setor civil.

Os resultados apresentados fornecem pistas sobre como utilizar políticas públicas para incentivar a economia, por exemplo, para o caso da BID brasileira. O setor de armas e munições pode impactar positivamente na inovação do setor civil, pois, ao incentivar esse setor da indústria brasileira o governo pode estar contribuindo para aumentar as inovações tecnológicas e, assim, criar condições propícias para um dos fatores que explicam o crescimento econômico.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, M.; CORONADO, D. Science-technology flows in spanish regions. **Research Policy**, v. 32, 2003, p. 1783-1803.
- ACOSTA, M.; CORONADO, D.; MARÍN, M. R. Potential dual use of military technology. Can patents shed light about it? **Defence and Peace Economics**, v. 22, 2011, p. 335-349.
- ACOSTA, M. et al. Patents and dual-use technology: an empirical study of the world's largest defence companies. **Defence and Peace Economics**, 2017.
- ACOSTA, M. et al. Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition. **Scientometrics**, v. 94, 2013, p. 1-22.
- ACUÑA, C. H.; SMITH, W. C. A política da 'economia militar' no cone sul: análise comparativa da democracia e da produção de armas na Argentina, no Brasil e no Chile. **Contexto Internacional**, v. 16, n. 1, 1994, p. 7-52.
- AIZENMAN, J.; GLICK R. Military expenditure, threats and growth. **NBER Working Paper 9618**, 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.183.6817&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2018.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Boston, v. 19, n. 6, Dec. 1974, p. 716-723.
- ALIC, J. A. et al. **Beyond spinoff: military and commercial technologies in a changing world**. 1. ed. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1992.
- ANDERSON, G. The russian industrial defence base. **Rusi Defence Systems**, Jun. 2009, p. 60-63. Disponível em: <<https://goo.gl/AYBpvH>>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- ARAÚJO JUNIOR, A. F.; SHIKIDA, C. D. **Gastos militares, ameaças externas e crescimento econômico**. 2015. Disponível em: <<http://www.arqanalagoa.ufscar.br/abed/integra/ari%20francisco%20de%20araujo,%202013-08-07.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2017.
- ARCHIBUGI, D. Patenting as an indicator of technological innovation: a review. **Science and Public Policy**, v. 19, 1992, p. 357-368.
- BAROSSO-FILHO, M.; SILVA, R. G.; DINIZ, E. M. The empirics of the Solow Growth Model: long-term evidence. **Journal of Applied Economics**, v. VIII, n. 1. May 2005, p. 31-51.
- BARRO, R. J. Government spending in a simple model of endogeneous growth. **Journal of Political Economy**, 1990, p. 103-125.
- BELL, B. A. et al. A multilevel primer using SAS® PROC MIXED. **SAS Global Forum 2013 Proceedings**. Disponível em: <<http://support.sas.com/resources/papers/proceedings13/433-2013.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

BENOIT, E. **Defense and economic growth in developing countries**. Lexington, MA: Lexington Books, 1973.

BENOIT, E. Growth and defense in developing countries. **Economic Development and Cultural Change**, v. 26, n. 2, 1978, p. 271-20. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1153245>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

BIANCONI, C.; HAYNES, B. Embraer apresenta protótipo de cargueiro KC-390 e espera acelerar vendas. **Reuters Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/whKCSB>>. Acesso em: 05 fev. 2019.

BISTROVA, I. Russian military-industrial complex. **Aleksanteri Papers**, n. 2. Finland: Kikimora Publications, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/7ZrX1y>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BISWAS, B.; RAM, R. Military expenditures and economic growth in less developed countries: an augmented model and further evidence. **Economic Development and Cultural Change**, v. 34, 1986, p. 361-372.

BITZINGER, R. A. China's defense technology and industrial base in a regional context: arms manufacturing in Asia. **Journal of strategic studies**, v. 34, n. 3, 2011, p. 425-450.

BRASIL. Ipea. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Mapeamento da Base Industrial de Defesa**. Brasília: ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Ipea, 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília: MD, 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília: 2012a. Disponível em: <<http://www.defesa.gov.br/arquivos/2012/mes07/lbdn.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

CHOWDHURY, A. A causal analysis of defense spending and economic growth. **The Journal of Conflict Resolution**, v. 35, n. 1, 1991, p. 80-97.

CORDESMAN, A. H. **Military spending**: the other side of saudi security. 2018. Disponível em: <https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/180311_Saudi_Military_Spending.pdf?ZiU0dawl1CwU76RaQH_sAyGDb_xL3FjB>. Acesso em: 01 fev. 2019.

CORREA FILHO, S. L. S. et al. Panorama sobre a indústria de defesa e segurança no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 38, set. 2013, p. 373-408.

COWAN, R.; FORAY, D. Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development. **Research Policy**, v. 24, n. 6, 1995, p. 851-868.

DAGNINO, R. A revitalização da indústria de defesa brasileira: uma contribuição ao processo decisório. **Revista Carta Internacional**, 06/2008.

DEGER, S.; SMITH, R. P. Military expenditures and growth in less developed countries. **Journal of Conflict Resolution**, v. 27, 1983, p. 335-353.

DELLAGNEZZE, R. **200 anos da indústria de defesa no Brasil**. Taubaté (Brasil): Cabral, 2008.

DOMAR, E. D. Capital expansion, rate of growth, and employment. **Econometrica**, v. 14, n. 2, 1946, p. 137-147. Disponível em: <www.jstor.org/stable/1905364>. Acesso em: 05 jun. 2018.

DUNNE, J. P. The defence industrial base. In: HARTLEY, K.; SANDLER, T. (eds), **Handbook in defense economics**. Elsevier, 1995, p. 592-623.

DUNNE, J. P.; SMITH, R.; WILLENBOCKEL, D. Models of military expenditure and growth: a critical review. **Defence and Peace Economics**, v. 16, n. 6, 2005.

FERREIRA, M. J. B.; SARTI, F. **Diagnóstico: Base Industrial de Defesa Brasileira**. Campinas: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Campinas: ABDI, NEIT-IE-UNICAMP, 2011, p. 54. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/relatorio_neit_04-defesa_01b.indd.pdf>. Acesso em: 26 set. 2018.

GELMAN, A. Multilevel (hierarchical) modeling: what it can and cannot do. **Technometrics**, v. 48, 2006, p. 432-435.

GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. **Journal of Economic Literature**, v. 28, n. 4, Dec. 1990, p. 1661-1707.

GRILICHES, Z. **R&D and productivity: the econometric evidence**. Chicago: The University of Chicago Press, 1998.

HARROD, R. F. An essay in dynamic theory. **The Economic Journal**, v. 49, n. 193, 1939, p. 14-33. Disponível em: <www.jstor.org/stable/2225181>. Acesso em: 06 jul. 2018.

HOYT, T. **Military industry and regional defense policy**. London: Routledge, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.4324/9781315091129>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

JAFFE A, F. M.; BANKS B. Evidence from patents and patent citations on the impact of NASA and other federal labs on commercial innovation. **Journal of Industrial Economics**, v. 46, 1998, p. 183-205.

KARAGÖL, E.; PALAZ, S. Does defence expenditure deter economic growth in Turkey? A cointegration analysis. **Defence and Peace Economics**, v. 15, n. 3, 2004, p. 289.

KNIGHT, M.; LOAYZA, N.; VILLANUEVA, D. The peace dividend – military spending cuts and economic growth. **Policy Research Working Paper**, n. 1577, IMF, Feb/1996, p. 49. Disponível em: <<http://web.worldbank.org/archive/website01241/WEB/IMAGES/MULTI-17.PDF>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

KUBONIWA, M. et al. Military industrial potential. **World Scientific Book Chapters**, 2018, p. 141-152.

LU, W. M. et al. Evaluating the efficiency of dual-use technology development programs from the R&D and socio-economic perspectives. **Omega**, v. 62, 2016, p. 82-92.

MALLIK, A. **Technology and security in the 21st century: a demand-side perspective**. Stockholm: Sipri, 2004. Disponível em: <books.sipri.org/files/RR/SIPRIRR20.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2019.

MASSEY, D. L. **Analysis of the size, accessibility, and profitability of international defense sales in times of US budget uncertainty**. [Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin]. Austin, Texas, 2015.

MEDEIROS, E. et al. **A new direction for China's defense industry**. Santa Monica: Rand Corporation, 2005.

MEUNIER, F. X.; ZYLA, C. Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas. **Journal of Innovation Economics**, v. 20, 2016, p. 89-108.

MOLAS-GALLART, J. Which way to go? Defence technology and the diversity of 'dual-use' technology transfer. **Research Policy**, v. 26, n. 3, 1997, p. 367-385.

MORAES, R. F. **A inserção externa da indústria brasileira de defesa: 1975-2010**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1715). Disponível em: <<http://goo.gl/wv0JnW>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

MOWERY, D. C. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 2. North-Holland: B. H. Hall and N. Rosenberg, 2010, p. 1219-1256.

OXENSTIERNA, S. Russia's defense spending and the economic decline. **Journal of Eurasian Studies**, v. 7, n. 1, 2016, p. 60-70.

PIM, J. E. **Evolución del complejo industrial de defensa en Brasil: breves apuntes para una revisión necesaria**. 2007. Disponível em: <<http://www.ecsbdefesa.com.br/fts/JEP.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

RABE-HESHETH, S.; SKRONDAL, A. **Multilevel and longitudinal modelling using Stata**. Texas, 2008.

ROBERT, L. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, 1988, p. 3-42.

ROMER, P. M. Increasing returns and long run growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, 1986, p. 1002-37.

RUTTAN, V. W. Is War Necessary for economic growth? **Historically Speaking**, v. 7, n. 6, 2006, p. 17-19.

SCHMID, J. The diffusion of military technology. **Defence and Peace Economics**, 2017, p. 1-19.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialism and democracy**. New York: Harper, 1947.

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, Hayward, v. 6, n. 2, Mar. 1978, p. 461-464.

SIPRI. Stockholm International Peace Research Institute. The SIPRI Top 100 arms-producing and military services companies. **Sources and methods**, [s.d.], 2018. Disponível em: <<https://www.sipri.org/yearbook/2018>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

THOMSON REUTERS. **Derwent Innovations Index**. 2018. Disponível em: <<http://isiwebofknowledge.com>>. Acesso em 16 set. 2018.

WATTS, B. **Sustaining the US defense industrial base as an strategic asset – background**. Washington: CSBA, 2013.

WATTS, B.; HARRISON, T. **Sustaining critical sectors of the US defense industrial base**. Washington: CSBA, 2011.

WOOLDRIDGE, J. M. **Cluster-sample methods in applied econometrics: an extended analysis**. Michigan: Department of Economics, Michigan State University (Mimeo), 2006.