



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ECONOMIA DA DEFESA

FELIPE SOBREIRA CAMPOS DA COSTA

Public Venture Capital e Inovação: O impacto do programa SBIR na
produtividade americana

BRASÍLIA
2025

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ECONOMIA DA DEFESA

FELIPE SOBREIRA CAMPOS DA COSTA

Public Venture Capital e Inovação: O impacto do programa SBIR na
produtividade americana

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre
em Economia no Programa de Pós-
Graduação em Economia para o Curso de
Mestrado Profissional.

Linha de Pesquisa: Economia da Defesa e
Economia Espacial

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

Coorientadora: Prof. Dra. Danielle Sandler

BRASÍLIA

2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CC838p

COSTA, FELIPE SOBREIRA CAMPOS DA
Public Venture Capital e Inovação: O impacto do programa
SBIR na produtividade americana / FELIPE SOBREIRA CAMPOS DA
COSTA; orientador Jorge Madeira Nogueira; co-orientador
Danielle Sandler . Brasília, 2025.
107 p.

Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade de
Brasília, 2025.

1. Public Venture Capital. 2. Produtividade. 3. SBIR. 4.
Startups. I. Nogueira, Jorge Madeira , orient. II. Sandler ,
Danielle , co-orient. III. Título.

FELIPE SOBREIRA CAMPOS DA COSTA

Public Venture Capital e Inovação: O impacto do programa SBIR na
produtividade americana

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre
em Economia no Programa de Pós-
Graduação em Economia para o Curso de
Mestrado Profissional.

Linha de Pesquisa: Economia da Defesa e
Economia Espacial

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

Coorientadora: Prof. Dra. Danielle Sandler

Aprovado em 17 de abril de 2025

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor JORGE MADEIRA NOGUEIRA – Presidente da Banca
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Professor Doutor ANTONIO NASCIMENTO JUNIOR – Membro Efetivo,
Externo ao Programa de Pós-graduação em Economia
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Professor Doutor ROBERTO DE GÓES ELLERY JUNIOR – Membro Efetivo
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Dedico este trabalho aos meus pais,
Jadiel Sobreira (*in memoriam*) e Nilma
Arruda, responsáveis pela minha
formação e educação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte suprema de toda vida e Aquele que, com infinita bondade, provê minha saúde, sabedoria e força para superar os desafios diários. Sua presença em minha jornada é o meu maior sustentáculo e motivo de gratidão.

À minha família, minha base inabalável, expresso minha eterna gratidão. Em especial, agradeço à minha amada esposa, Vivian de Oliveira, minha companheira de todas as aventuras. Seu apoio incondicional, compreensão e amor foram pilares fundamentais ao longo desses 2 anos. Obrigado por acreditar em mim e ser sempre minha inspiração e porto seguro.

Em especial, aos meus Professores do Programa de Mestrado, deixo meu sincero agradecimento por todo o conhecimento transmitido e pela dedicação em promover um ambiente de aprendizado enriquecedor. Ao meu Orientador e amigo, Professor Doutor Jorge Madeira Nogueira, registro meu profundo reconhecimento pelos valiosos ensinamentos, orientação precisa e paciência ao longo desse período. Agradeço aos professores membros da banca examinadora por dedicarem parte de seu precioso tempo para me auxiliarem no meu aperfeiçoamento. Agradeço também aos meus companheiros de mestrado pela amizade e cortesia durante esses dois anos, bem como pelo intercâmbio de conhecimentos tão necessários para que eu pudesse chegar aqui.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de trabalho, que demonstraram compreensão e apoio durante os momentos em que me dediquei aos estudos. O equilíbrio entre as responsabilidades do Mestrado profissional e as demandas do ambiente laboral não teria sido possível sem o suporte e a colaboração de cada um de vocês. Obrigado por entenderem minha ausência em alguns momentos e por contribuírem para o sucesso desta jornada.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta trajetória. Cada gesto de incentivo, compreensão e solidariedade teve um impacto significativo e permanece em minha memória com carinho e gratidão. A todos, meu muito obrigado!

“Most innovations fail. And companies that don’t innovate die... in today’s world, where the only constant is change, the task of managing innovation is vital for companies of every size in every industry. Innovation is vital to sustain and advance companies current business; it is critical to growing new business. It is also a very difficult process to manage (Henry W. Chesbrough 2006)”

RESUMO

Esta dissertação investiga o impacto do *Public Venture Capital* (PVC), com foco no programa *Small Business Innovation Research* (SBIR), sobre a produtividade total dos fatores (PTF) em economias modernas. O estudo parte do pressuposto de que o financiamento público a *startups* inovadoras desempenha um papel crucial no avanço tecnológico e no desenvolvimento econômico, especialmente em setores de alta inovação. O PVC se destaca por seu papel em mitigar o chamado “vale da morte” — a fase em que empresas inovadoras enfrentam dificuldades para obter financiamento privado suficiente para transformar protótipos em produtos comercializáveis. O trabalho analisa dados sobre o SBIR e utiliza a teoria econômica para avaliar como o PVC pode ser um instrumento para corrigir falhas de mercado e impulsionar o crescimento econômico sustentável. A dissertação explora o efeito do PVC na dinamização de ecossistemas de inovação, incentivando a criação de novos negócios e a difusão de tecnologia. Conclui-se que políticas públicas de incentivo à inovação, como o SBIR, podem ser essenciais para aumentar a PTF ao fornecer o suporte financeiro necessário para que *startups* superem barreiras de financiamento e concretizem suas inovações, contribuindo, assim, para a competitividade e o desenvolvimento econômico de longo prazo.

Palavras-chave: *Public Venture Capital*. Produtividade. SBIR. *Startups*. PTF.

ABSTRACT

This dissertation investigates the impact of Public Venture Capital (PVC), focusing on the Small Business Innovation Research (SBIR) program, on total factor productivity (TFP) in modern economies. The study is based on the premise that public funding for innovative startups plays a crucial role in technological advancement and economic development, especially in high-innovation sectors. PVC is notable for its role in mitigating the called “valley of death” — the phase in which innovative companies face difficulties in securing sufficient private funding to turn prototypes into marketable products. This work analyzes data on the SBIR and uses economic theory to evaluate how PVC can serve as an instrument to correct market failures and promote sustainable economic growth. The dissertation explores the effect of PVC in stimulating innovation ecosystems, encouraging the creation of new businesses, and facilitating technology diffusion. It concludes that public policies to support innovation, such as the SBIR, can be essential for increasing TFP by providing the financial support needed for startups to overcome funding barriers and realize their innovations, thereby contributing to long-term competitiveness and economic development.

Keywords: Public Venture Capital. Productivity. SBIR. Startups. TFP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de Patentes e PIB per capita (1900-2000)	19
Figura 2 - Relação positiva entre a destruição criativa e o PIB per capita	21
Figura 3 - Modelo de Empreendedorismo de Alto Crescimento	33
Figura 4 - Evolução da Inovação por meio das Patentes	39
Figura 5 - Evolução do <i>Venture Capital</i> em Israel.....	40
Figura 6 - Número de publicações após financiamento em pesquisa	43
Figura 7 - Vale da Morte	44
Figura 8 - Lacuna de transbordamento entre as taxas de retorno social e privado dos investimentos em P&D.....	49
Figura 9 - Índice de Produtividade Total dos Fatores	49
Figura 10 - Evolução do PIB entre os anos de 2002 e 2023.....	51
Figura 11 - Venture Capital por estágio de desenvolvimento	54
Figura 12 - Investimento em Produtividade	55
Figura 13 - Impacto econômico do VC	59
Figura 14 - Número de “Unicórnios” por países (2021).....	61
Figura 15 - Variáveis modelo	84
Figura 16 - Resumo Estatístico das Variáveis do modelo	85
Figura 17 - Evolução das variáveis ao longo dos anos	85
Figura 18 - Análise estatística Regressão Linear Simples	86
Figura 19 - Análise estatística Distribuição Normal dos Resíduos	88
Figura 20 - Análise estatística – Teste de Heterocedasticidade	89
Figura 21 - Análise estatística – Teste de Correlação de Pearson	90
Figura 22 - Teste de Autocorrelação - Breusch-Godfrey (BG)	91
Figura 23 - Regressão Ajustada com erros padrão de Newey-West	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Criação Líquida de Empregos por idade da empresa – Setor Privado Americano – Ano 2005	20
Tabela 2 - Autores e Políticas de Incentivo à Inovação	41
Tabela 3 - Vendas provenientes do programa de financiamento da USAF	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise estatística – Linha de Regressão Ajustada	92
Gráfico 2 - Análise estatística – Histograma de Resíduos	93

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 DESTRUIÇÃO CRIATIVA E STARTUPS: DO PIONEIRISMO DE SCHUMPETER ÀS ALTERNATIVAS CONTEMPORÂNEAS	13
1.1 SCHUMPETER E A DESTRUIÇÃO CRIATIVA: O PONTO DE PARTIDA DA INOVAÇÃO MODERNA.....	13
1.2 ROMPENDO BARREIRAS: SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO	26
1.3 TRANSIÇÕES E TRANSFORMAÇÕES: DE GRANDES INDÚSTRIAS A PEQUENAS STARTUPS.....	37
1.4 INCENTIVOS ESTRATÉGICOS: O PAPEL FUNDAMENTAL DO FINANCIAMENTO PARA A INOVAÇÃO	41
2 PUBLIC VENTURE CAPITAL E O PAPEL DOS GOVERNOS NA DESTRUIÇÃO CRIATIVA	47
2.1 VENTURE CAPITAL: DE FINANCIADOR A PROTAGONISTA NO MUNDO DAS STARTUPS	47
2.2 INTERLIGANDO MUNDOS: COMO O PUBLIC VENTURE CAPITAL E PEQUENAS EMPRESAS REDEFINEM INOVAÇÃO	57
2.3 A CONEXÃO ESSENCIAL: CONSTRUINDO PONTES ENTRE IDEIAS DISRUPTIVAS E O CAPITAL DE RISCO – UM EXEMPLO DO CONTEXTO AMERICANO	65
2.4 CÉUS DE OPORTUNIDADES: AFVENTURES E A USAF	72
3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	78
3.1 PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES (PTF)	78
3.2 COLETA DE DADOS.....	80
3.3 MODELO ECONOMETRICO.....	81
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	84
4.1 RESULTADOS ECONOMETRICOS.....	84
4.2 PRINCIPAIS ACHADOS E REFLEXÕES	95
4.3 CONTRIBUIÇÕES PARA O FUTURO DA INOVAÇÃO E SEU FINANCIAMENTO NO BRASIL	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	102

Introdução

A inovação tecnológica é um dos principais motores do crescimento econômico e da competitividade internacional das nações. Sociedades que são capazes de promover a inovação de forma contínua e estratégica tendem a gerar avanços significativos em produtividade de seus fatores de produção, criando produtos e serviços de alto valor agregado e impulsionando a eficiência em diversos setores.

O desenvolvimento de inovações disruptivas enfrenta, entretanto, diversos obstáculos, especialmente no que tange ao financiamento nas fases iniciais. Nelas, os riscos são elevados e o retorno sobre o investimento é incerto. Neste contexto, o *Public Venture Capital* (PVC), uma modalidade de financiamento que combina capital público com mecanismos de capital de risco, tem desempenhado um papel crucial no apoio a *startups* e pequenas empresas inovadoras.

O Programa *Small Business Innovation Research* (SBIR), desenvolvido nos Estados Unidos, é um exemplo característico do impacto do *Public Venture Capital* no fomento à inovação. Criado com o objetivo de estimular o desenvolvimento tecnológico em setores estratégicos, o SBIR oferece financiamento para empresas em estágios iniciais de desenvolvimento, ajudando-as a superar o chamado "vale da morte" — o período crítico em que muitas *startups* falham devido à falta de recursos financeiros e à alta incerteza quanto ao sucesso dos projetos. Ao conectar recursos públicos às iniciativas empresariais promissoras, o programa SBIR não apenas fomenta a geração de novas tecnologias, mas também tem efeitos positivos sobre a produtividade e a competitividade da economia americana.

A motivação para esta dissertação surge da necessidade de investigar o impacto que o *Public Venture Capital*, promovido por programas como o SBIR, exerce sobre a inovação e a produtividade. A interação entre o financiamento público e o setor privado, especialmente em um ambiente de alto risco e intensa competição tecnológica, é um tema central para entender como as nações podem se manter à frente na corrida pela liderança tecnológica. Nesse sentido, a

pesquisa busca entender como o capital público direcionado às *startups* afeta diretamente o processo de inovação, contribuindo para o aumento da produtividade em setores estratégicos da economia.

O principal objetivo deste trabalho é analisar como o *Public Venture Capital*, no âmbito do programa SBIR, influencia o desenvolvimento de *startups* e pequenas empresas nos Estados Unidos, e de que maneira isso impacta a produtividade econômica.

Para isso, algumas perguntas guiam a investigação: como o capital público direcionado ao financiamento de *startups* afeta o desenvolvimento de inovações tecnológicas? Em que medida o SBIR ajuda a superar os desafios do "vale da morte"? Quais são os impactos tangíveis do programa sobre a produtividade e, por consequência, sobre a economia americana? Esses questionamentos serão abordados ao longo da pesquisa, que pretende oferecer uma visão abrangente do papel do financiamento público na promoção da inovação e na geração de ganhos de produtividade.

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos, complementados por esta Introdução e pelas Considerações Finais. O Capítulo 1 apresenta uma revisão da literatura, explorando o conceito de destruição criativa proposto por Joseph Schumpeter e suas implicações para o surgimento de novas indústrias e *startups*, bem como o papel do financiamento para a inovação. O Capítulo 2 discute o papel do *venture capital* e do *public venture capital* na destruição criativa, destacando exemplos concretos do contexto americano, como o SBIR e o AFVentures, que atua em parceria com a USAF (*United States Air Force*). No Capítulo 3, serão descritos os métodos e procedimentos adotados para a pesquisa. O Capítulo 4 apresentará as análises dos resultados, com um resumo dos principais achados e uma reflexão sobre as contribuições do *public venture capital* para o futuro da inovação e do financiamento.

Ao longo da dissertação, será explorada a importância do financiamento público para viabilizar a inovação em setores estratégicos, com ênfase no impacto do programa SBIR na economia americana. Essa análise busca não apenas

contribuir para o entendimento teórico do *public venture capital*, mas também fornecer *insights* práticos para a formulação de políticas públicas voltadas ao fomento da inovação e da produtividade, elementos essenciais para o desenvolvimento econômico sustentável de longo prazo.

Capítulo 1

Destruição Criativa e *Startups*:

Do Pioneirismo de Schumpeter às alternativas contemporâneas

1.1. Schumpeter e a Destruição Criativa: O Ponto de Partida da Inovação Moderna

1.1.1 Desenvolvimento Econômico e os novos Ecossistemas

Nos últimos tempos, o mundo tem atravessado um período de grandes transformações. A história revela que os avanços tecnológicos desempenham um papel central na forma como a sociedade se organiza. Os impactos gerados pelos investimentos em ciência e tecnologia tornam-se, portanto, o impulso às chamadas destruições criativas.

Joseph Schumpeter, no entendimento de Guerrero e Siegel (2024), foi um dos primeiros a abordar o vínculo essencial entre inovação e empreendedorismo, ressaltando como esse relacionamento se fortalece em ecossistemas empreendedores (*clusters*), cuja expansão global tem atraído crescente atenção. Essa expansão é acompanhada de um aumento significativo de investimentos públicos e privados, direcionados para o desenvolvimento e avaliação da eficiência econômica desses ecossistemas (Guerrero; Siegel, 2024).

Da mesma forma, Baumol (2010) destaca a relevância do papel do empreendedor no âmbito da teoria econômica. O autor descreve, assim como Schumpeter, que “o empreendedor busca oportunidades para romper equilíbrios ao introduzir inovações que desequilibram o mercado” (Baumol, 2010, p. 15). Nesse contexto, os empreendedores desempenham um papel diferenciado, sendo responsáveis por identificar e implementar novas ideias. Esses indivíduos assumem a liderança e inspiram, desafiando práticas estabelecidas para promover inovações (Baumol, 2010).

De igual modo, Schumpeter colocou o empreendedorismo no centro de sua teoria do desenvolvimento econômico, caracterizando-o como um processo intrinsecamente inovador. Ele destacou dois canais principais de interação

econômica: os ciclos econômicos, que resultam das dinâmicas de desenvolvimento, e a competição, que promove a inovação. Nesse modelo, a competição estimula a entrada de imitadores — o que Schumpeter chamou de "enxames" — que replicam inovações pioneiras, gerando novos investimentos e desencadeando explosões de crescimento econômico (Emami-Langroodi, 2021).

Complementando essa visão, Baumol (2010) diferenciou "inovação sistemática" da "inovação empreendedora" no contexto capitalista moderno. A inovação sistemática, geralmente realizada por grandes multinacionais como IBM, GE e Novartis, é caracterizada por investimentos contínuos em P&D, visando melhorias incrementais em tecnologias existentes. Esse tipo de inovação é essencial, porém tem um caráter mais previsível e é orientado para o aperfeiçoamento de processos já consolidados (Guerrero; Siegel, 2024).

Por outro lado, Baumol (2010) identificou a inovação empreendedora como um fenômeno mais disruptivo, promovido principalmente por pequenas empresas que surgem, muitas vezes, em universidades e centros de pesquisa aplicada. Essas empresas são impulsionadas pela criação de inovações radicais, capazes de revolucionar setores, como exemplificado pelos avanços em computadores pessoais, motores a jato e, atualmente, inteligência artificial (Guerrero; Siegel, 2024). Esse contraste entre inovação incremental e inovação disruptiva reflete uma divisão importante no ecossistema de inovação.

Apoiando essa perspectiva, Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) referem-se ao estudo de Shane (2001), que, ao investigar patentes do MIT, demonstrou que inovações radicais tendem a surgir em pequenas empresas, reforçando a ideia de que essas empresas desempenham um papel essencial na introdução de inovações disruptivas. Dessa forma, os autores sustentam que as pequenas empresas estão mais inclinadas a promover inovações radicais, enquanto as grandes corporações direcionam seus esforços para o aprimoramento de tecnologias já estabelecidas, alinhando-se à distinção feita por Baumol (2010).

Adicionalmente, Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) ressaltam que inovações radicais exigem novas competências técnicas, o que desafia a capacidade adaptativa de empresas estabelecidas, estruturadas para operar com tecnologias consolidadas. A ausência de classificações específicas para patentes radicais e a tendência de *startups* em preferirem citações vinculadas a instituições como o MIT fortalecem essas empresas emergentes, destacando o fenômeno da “destruição criativa” descrito por Schumpeter como fundamental para o crescimento econômico (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016).

Chiappini et al. (2022) também destacam a importância das *startups* na geração de inovações radicais, argumentando que essas empresas têm um papel essencial na ruptura dos ciclos de inovação ao atenderem demandas específicas do mercado com soluções disruptivas. Esses avanços tecnológicos introduzidos pelas pequenas empresas impulsionam o crescimento econômico, criando novos mercados e redefinindo setores inteiros (Guerrero; Siegel, 2024).

A importância das inovações empreendedoras, portanto, transcende a ideia de aprimoramento econômico incremental. Guerrero e Siegel (2024) enfatizam que a inovação empreendedora é particularmente transformadora no desenvolvimento econômico, uma visão que alinha com as discussões de Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) sobre o impacto profundo das inovações disruptivas no crescimento de longo prazo. Link e Siegel (2007, citados por Guerrero e Siegel, 2024) já haviam reconhecido a importância da inovação para o crescimento econômico, mas Baumol (2010) foi além ao sublinhar o efeito diferenciador da inovação empreendedora.

Essa compreensão do valor da inovação empreendedora influenciou a formulação de políticas públicas em várias nações, levando à criação de ecossistemas de inovação e empreendedorismo em torno de universidades (Guerrero; Siegel, 2024). Essas políticas promovem a criação de *startups* universitárias e reformas na regulamentação de propriedade intelectual, facilitando que acadêmicos comercializem suas ideias.

Guerrero e Siegel (2024) ainda destacam que a interação entre universidades e o setor empresarial é crucial para a transferência de tecnologia e o desenvolvimento econômico. Esses ecossistemas promovem uma sinergia entre pequenas empresas inovadoras e grandes corporações, facilitando a troca de conhecimento e recursos.

Embora a teoria sobre ecossistemas de inovação tenha avançado, ainda existem lacunas em como medir seus impactos práticos. Guerrero e Siegel (2024) criticam o foco restrito de muitos estudos sobre ecossistemas de inovação, que tendem a analisar apenas determinantes diretos, sem considerar as interações dinâmicas entre empresas, universidades, governo e investidores. Essas interações, segundo os autores, são fundamentais para capturar a complexidade e o impacto real dos ecossistemas de inovação na economia.

1.1.2 Destruição Criativa

Desta feita, a promoção de um crescimento econômico sustentável e de longo prazo está intimamente ligada à capacidade de inovação das empresas, especialmente aquelas de pequeno porte e em estágio inicial. Diversos estudos sugerem que as *startups* de alto crescimento são catalisadoras desse processo, promovendo transformações tecnológicas e intensificando a competitividade no mercado. Consequentemente, políticas de incentivo, como os subsídios à inovação poderiam alcançar resultados mais expressivos se fossem direcionadas para essas empresas jovens, onde o impacto tende a ser mais significativo e mais eficiente para o desenvolvimento econômico (Chiappini et al., 2022).

Sendo assim, a evolução da teoria do desenvolvimento econômico também destaca a importância das forças inovadoras dentro da sociedade. Nesse contexto, Aghion, Antonin e Bunel (2021) reforçam o conceito fundamental da “destruição criativa”, inicialmente formulado por Schumpeter, o qual merece uma análise aprofundada. Esse processo é caracterizado pela inovação tecnológica contínua, que permite que novas empresas desafiem organizações já estabelecidas, promovendo a criação de empregos e ajustes necessários nos mercados (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Schumpeter foi pioneiro ao identificar o conceito de Destruição Criativa, sugerindo que ele impulsiona a evolução econômica no longo prazo (Emami-Langroodi, 2021). Em linha com Aghion, Antonin e Bunel (2021), Emami-Langroodi (2021) descreve a Destruição Criativa como um mecanismo que renova a estrutura econômica ao substituir práticas e estruturas antigas por ideias novas, introduzidas por empreendedores. Embora esse processo seja amplamente reconhecido como um motor de progresso, ele é complexo e envolve a realocação de recursos e o fechamento de atividades tradicionais, especialmente em períodos de recessão, podendo gerar efeitos econômicos adversos no curto prazo (Emami-Langroodi, 2021).

Ainda no contexto de adversidade, Baumol (2010) afirma que essa característica da inovação também provoca externalidades que, ao contrário dos *spillovers* de inovação, incentivam investimentos excessivos no processo inovador. Essas externalidades impactam negativamente os interesses de fornecedores rivais que não estão envolvidos diretamente na inovação, ao tornar obsoletos, de forma antecipada, produtos que ainda poderiam ser utilizados. Assim, a inovação implica em um custo econômico que não é arcado pelos inovadores, que acabam ignorando esse custo e investindo mais em inovação do que seria socialmente justificável. Em síntese, a oferta de atividades inovadoras pode ser excessiva, em vez de insuficiente, como se considerava anteriormente (Baumol, 2010).

Em artigo intitulado *a Model of Growth through Creative Destruction*, Aghion e Howitt (1992) propõem um modelo no qual o crescimento econômico ocorre por meio de inovações sucessivas que aumentam a eficiência dos bens intermediários utilizados na produção do bem final. Assim, cada inovação possibilitaria um salto na produtividade total dos fatores (PTF), ao introduzir insumos mais eficientes e eliminar a obsolescência tecnológica anterior. Esse processo contínuo de substituição tecnológica está na base da dinâmica de crescimento da produtividade no longo prazo, por meio da destruição criativa.

Desta feita, Aghion e Howitt (1992) inferem que a decisão de alocar esforço à pesquisa é sensível às expectativas sobre inovações futuras: quanto maior o risco de obsolescência dos retornos obtidos com uma inovação, menor o incentivo para inovar no presente, entendimento que vai ao encontro do que fora dito por Baumol (2010). Assim, a produtividade está diretamente vinculada não apenas à capacidade tecnológica da economia, mas também às decisões intertemporais de investimento em pesquisa.

Portanto, o modelo mostra que a produtividade pode seguir trajetórias distintas: crescimento balanceado, ciclos ou estagnação, dependendo da intensidade da atividade inovadora. Em situações de baixa expectativa de retorno, a economia pode cair em uma armadilha de não crescimento, na qual a ausência de inovação leva à estagnação da PTF. Por outro lado, quando há estímulos adequados à inovação, o crescimento da produtividade é sustentado e guiado pelo uso de insumos tecnologicamente superiores. O impacto de cada inovação sobre a PTF é, portanto, determinado tanto por seu tamanho (qualidade do bem intermediário) quanto pela frequência com que ocorrem essas inovações (Aghion; Howitt, 1992).

Sendo assim, Aghion e Howitt (1992) sugerem que o crescimento sustentado da PTF exige intervenção estratégica, capaz de mitigar as falhas de mercado e garantir que os benefícios sociais da inovação se concretizem. O modelo estabelece, assim, um elo direto entre o comportamento microeconômico dos inovadores e os resultados macroeconômicos da produtividade, conferindo nova dimensão às análises sobre crescimento econômico.

Aghion, Antonin e Bunel (2021), por sua vez, destacam que até a década de 1950, a teoria econômica predominante sustentava que o crescimento das nações se baseava principalmente no acúmulo de capital. De acordo com essa perspectiva, a acumulação de capital resultaria no aumento do PIB, impulsionado pela poupança das famílias, formando um ciclo virtuoso de expansão econômica. Contudo, essa abordagem apresentava uma limitação crucial: a taxa de retornos

decrecentes associados ao acúmulo contínuo de capital (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Em apoio a essa visão, Emami-Langroodi (2021) observa que, em seu livro *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, Schumpeter descreve o "fluxo circular" como um sistema econômico em perfeito equilíbrio, onde oferta e demanda se equilibram constantemente. Nesse estado ideal, não haveria lucros, juros, poupança ou desemprego, e o mercado funcionaria de maneira autossustentável, similar à circulação contínua de "sangue em um organismo". Schumpeter argumenta, contudo, que o verdadeiro desenvolvimento econômico ocorre quando esse equilíbrio é rompido por uma "mudança espontânea e descontínua", que cria uma nova estrutura de mercado. Essa transformação é impulsionada por inovações, que Schumpeter entende como novas combinações de recursos ou avanços tecnológicos introduzidos por empreendedores com o objetivo de lucrar e reduzir custos (Emami-Langroodi, 2021). Essas inovações, que incluem desde a descoberta de novos materiais até o lançamento de produtos inéditos e a busca por novos mercados, tiram a economia de seu estado de equilíbrio, alterando seu funcionamento e promovendo o desenvolvimento e o incremento da produtividade (Emami-Langroodi, 2021).

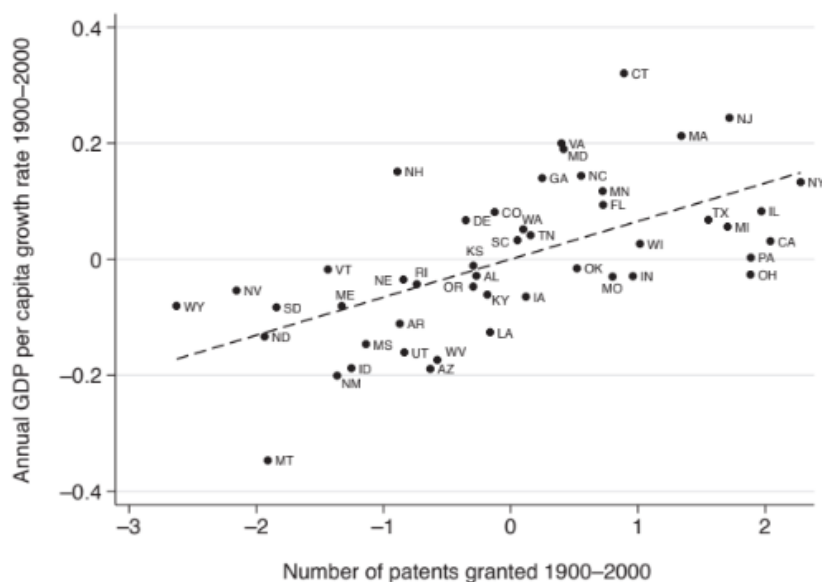
Portanto, frente às limitações do modelo de crescimento baseado exclusivamente no acúmulo de capital, o modelo de crescimento econômico baseado na destruição criativa, inspirado por Schumpeter, surge como uma alternativa. Esse modelo apresenta três princípios centrais:

- ✓ a inovação e a difusão do conhecimento são motores do crescimento econômico;
- ✓ a inovação depende de incentivos como investimentos e a proteção de direitos de propriedade intelectual, que garantem retorno sobre os recursos e esforços empregados em novas tecnologias; e
- ✓ as inovações frequentemente tornam obsoletas tecnologias e processos anteriores, estabelecendo um ciclo contínuo de renovação e competitividade na economia.

Assim, o ciclo de destruição criativa se torna um elemento crucial para o crescimento econômico, permitindo a constante substituição de paradigmas antigos por novos. Nesse cenário, tornar-se-ia necessário mensurar a produção inovadora e operacionalizar os investimentos em conhecimento, de modo a verificar se os benefícios sociais dele advindos superam seus custos de implementação. Embora seja difícil de medir diretamente, estudiosos desenvolveram indicadores, como número de patentes, lançamento de novos produtos, vendas geradas por esses produtos, crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) e desempenho em exportações, para atuarem como *proxies* da produção inovadora (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016).

Dessa maneira, Aghion, Antonin e Bunel (2021), ao verificarem essa questão, estabeleceram uma correlação positiva entre o número de patentes e o PIB per capita dos estados dos EUA no período de 1900 a 2000. Os autores, concluíram que existe uma relação positiva e significativa entre essas variáveis, como demonstrado na Figura 1, sugerindo que inovações radicais têm um impacto importante no crescimento econômico, bem como no incremento do bem estar da sociedade (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Figura 1 – Número de Patentes e PIB per capita (1900-2000)



Fonte: Aghion, Antonin e Bunel (2021, p. 6)

Outro dado importante apresentado pelos autores, no contexto americano, é que as *startups* foram responsáveis por mais de 142% da criação líquida de empregos nos Estados Unidos no ano de 2005 (Aghion; Antonin; Bunel, 2021). Uma explicação para essa aparente discrepância está na “destruição” de empregos por empresas já estabelecidas, enquanto as *startups* geraram um número de empregos significativamente superior, compensando essa perda, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Criação Líquida de Empregos por idade da empresa – Setor Privado Americano – Ano 2005

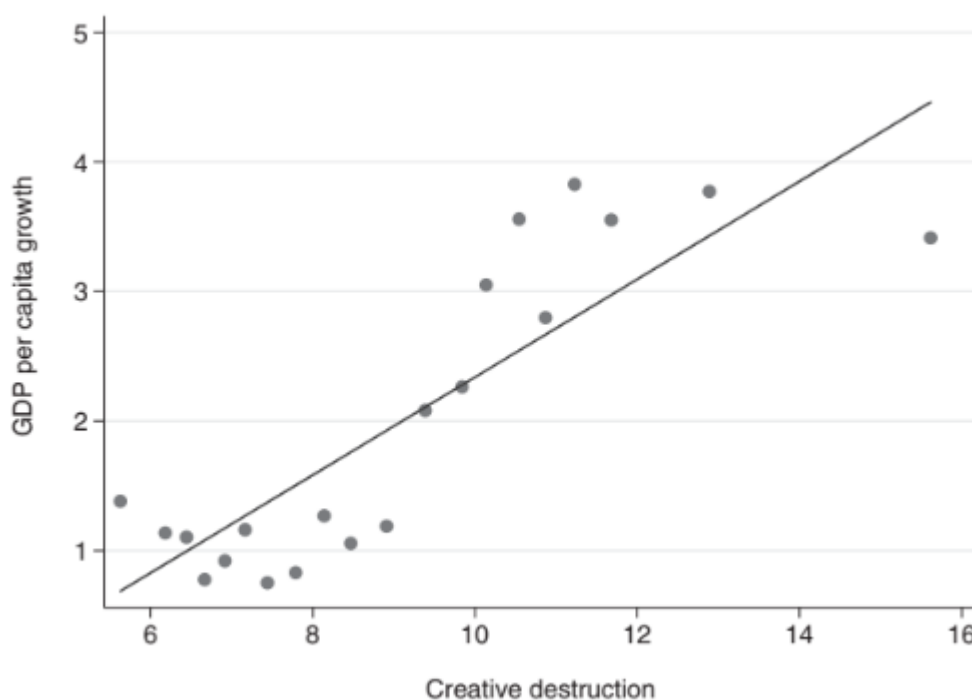
Idade da Empresa (Ano)	Criação Líquida de empregos (Em milhares)	Porcentagem da criação líquida de empregos
0	3518	142%
1	-189	-8%
2	-178	-7%
3	-151	-6%
4	-74	-3%
5	-103	-4%
6 – 10	-339	-14%
11 – 15	-161	-6%
16 – 20	-154	-6%
21 - 25	-141	-6%
26 ou mais	417	17%
Total	2481	100%

Fonte: Aghion, Antonin e Bunel (2021)

Ademais, Aghion, Antonin e Bunel (2021) apontam que a destruição criativa apresentou uma relação positiva com o PIB per capita em países que mantiveram uma média elevada desse fenômeno entre 2012 e 2016, conforme observado na Figura 2. Entre esses países destacam-se: Áustria, Bulgária, República Checa, Croácia, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Hungria, Itália, Letônia, Lituânia, Polônia, Portugal, Romênia, Eslováquia e Espanha.

Esse resultado sugere que a dinâmica de renovação empresarial ou de negócios — caracterizada pela criação de novos empreendimentos aliada ao fechamento dos que não prosperaram — pode exercer um impacto positivo no PIB per capita. Dessa forma, os dados indicam um possível efeito benéfico da destruição criativa no desenvolvimento econômico desses países, reforçando a teoria de que a constante renovação no mercado impulsiona o crescimento econômico ao longo do tempo (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Figura 2 – Relação positiva entre a destruição criativa e o PIB per capita



Fonte: Aghion, Antonin e Bunel (2021, p. 8)

Ainda corroborando com essa dinâmica, Maddison (2010, citado por Aghion, Antonin e Bunel, 2021) revelou que, entre os anos 1000 e 1800 d.C., o crescimento do PIB per capita mundial foi praticamente nulo, com média anual de apenas 0,05%, devido à “armadilha malthusiana” proposta por Thomas Malthus (1766-1834). Segundo essa teoria, a estagnação resultava da limitação dos recursos de terra frente ao aumento da mão de obra, o que mantinha o PIB per capita em níveis de subsistência. Mesmo quando o progresso agrícola elevava temporariamente o PIB per capita, isso impulsionava o crescimento populacional,

que logo revertia o indicador ao patamar inicial. Para superar essa armadilha, Aghion, Antonin e Bunel (2021) apontam que alguns estudiosos voltaram a enfatizar a importância do progresso tecnológico, que favorece o acúmulo de capital em relação ao fator "terra" e, conseqüentemente, promove um aumento na produtividade dos países.

Portanto, inserir um progresso tecnológico para o empreendedor só valeria a pena — em termos de custo de oportunidade — quando a demanda por produtos ultrapassasse um "determinado limiar", conceito este relacionado ao aumento populacional, da demanda e dos investimentos (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Além desse custo de oportunidade, Aghion, Antonin e Bunel (2021) destacam que o avanço tecnológico isolado não seria suficiente para possibilitar que um país escapasse da armadilha do baixo crescimento. Em complemento a essa visão, os autores introduzem a "transição demográfica" como uma variável relevante, a qual envolve investimentos significativos em educação por parte dos governos, promovendo assim o surgimento de uma força de trabalho mais qualificada. Com o aumento na qualidade da educação, observa-se que as famílias tendem a reduzir o número de filhos, priorizando uma educação de maior qualidade para cada um (Aghion; Antonin; Bunel, 2021). Esse fenômeno foi empiricamente confirmado após a década de 1870, quando se verificou que países com rendas médias mais altas apresentavam menores taxas de crescimento populacional em comparação a países com rendas mais baixas (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Além disso, o desenvolvimento de empreendimentos inovadores e bem-sucedidos é amplamente sustentado pela formação acadêmica avançada e pela motivação de seus integrantes, algo essencial no processo de destruição criativa (Braunerhjelm; Henrekson, 2016). O desenvolvimento de uma empresa de sucesso requer a colaboração de agentes complementares, formando uma estrutura de competências em que cada um contribui com habilidades essenciais (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Além do empreendedorismo, que é um elemento central nesse contexto (Baumol, 2010), o processo também envolve financiadores em estágio inicial, como “anjos investidores” e capitalistas de risco, bem como indústrias, inventores, inovadores, mão de obra qualificada, clientes exigentes e outros agentes nos mercados secundários, como empresas de *buyout*¹ e investidores de portfólio. Todos esses atores são essenciais para o sucesso e crescimento acelerado da empresa, e suas competências e incentivos são amplamente moldados pela estrutura institucional vigente (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Nas fases iniciais de comercialização, os empreendedores desempenham um papel predominante, enquanto a mão de obra especializada torna-se mais relevante nas etapas de industrialização e crescimento acelerado, onde há uma demanda substancial por trabalhadores qualificados (Braunerhjelm; Henrekson, 2016). Anjos investidores e capitalistas de risco são especialmente importantes nos primeiros estágios de desenvolvimento, enquanto agentes de mercado secundário passam a assumir esse papel à medida que a empresa cresce. Embora simplificada, essa estrutura sugere que o sucesso de uma empresa depende de uma rede de colaboradores com competências complementares que, juntos, impulsionam a geração, seleção, expansão e aplicação de novas ideias para atender de forma eficiente as preferências dos consumidores (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Essa interação de competências complementares resulta em um processo dinâmico de destruição criativa, em linha com os autores Aghion, Antonin e Bunel (2021). O crescimento empresarial e o sucesso do empreendedorismo dependem, portanto, da capacidade desses atores em adquirir e aplicar suas habilidades de maneira a maximizar os benefícios das complementaridades, sendo fundamental a existência de instituições que harmonizem os incentivos entre os diversos agentes envolvidos. Instituições que fomentem a tomada de riscos e a

¹ O termo “buyout” refere-se ao ato de **compra total ou parcial** de uma empresa, geralmente com foco em **reestruturação** e **crescimento estratégico**.

experimentação são cruciais para esse processo (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Corroborando com Braunerhjelm e Henrekson (2016), Mokyr e Voth (2009, citados por Aghion; Antonin; Bunel, 2021) apontam para a relevância de outras variáveis explicativas, indicando que fatores adicionais podem desempenhar um papel importante nesse processo de desenvolvimento econômico. Nesse contexto, Mokyr e Voth (2009, citados por Aghion, Antonin e Bunel, 2021) argumentam que a disseminação de conhecimento e a inovação acumulativa, juntamente com a competição entre países e o surgimento de instituições – as "regras do jogo" – foram fatores essenciais para o desenvolvimento do processo de destruição criativa. No final do século XIX, em plena Revolução Industrial, surgiram os bancos comerciais e de desenvolvimento, cuja função era impulsionar o risco e a inovação ao mobilizar capital para transformar ideias inovadoras em realidade (Aghion, Antonin e Bunel, 2021).

Assim, as empresas mais próximas à fronteira tecnológica são incentivadas a inovar constantemente, em parte devido à pressão da concorrência. Essas empresas precisam desenvolver soluções para aumentar suas chances de reter clientes e manter sua liderança em seu setor econômico (Aghion; Antonin; Bunel, 2021). Aghion, Antonin e Bunel (2021) demonstraram essa teoria por meio de um estudo que comparou empresas atuantes em ambas as fronteiras tecnológicas, utilizando duas variáveis explicativas: o número de empresas entrantes, que serviu como uma *proxy* da concorrência no setor, e o número de patentes emitidas, representando o nível de inovação no âmbito empresarial.

Nesse sentido, os autores confirmaram que a concorrência exerce um efeito positivo no processo econômico de um país. Aghion, Antonin e Bunel (2021) afirmam que os países mais próximos da fronteira tecnológica tendem a crescer mais rapidamente, uma vez que a concorrência entre as empresas favorece o acúmulo de inovações, o que, por sua vez, aumenta o índice de produtividade total dos fatores (*Total Factor Productivity* – TFP), tal qual fora dito por Richardson, Audretsch e Aldridge (2016).

Esse cenário levou os tomadores de decisão a adotarem políticas públicas horizontais, que visam manter a concorrência ativa sem recorrer a práticas de protecionismo excessivo (Aghion, Antonin e Bunel, 2021). Essas políticas tradicionais envolvem investimentos massivos em conhecimento, como educação superior e pesquisa, reformas no mercado de trabalho para torná-lo mais dinâmico, e o desenvolvimento do mercado de *Venture Capital* (VC) como incentivo à inovação (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Nesse sentido, Weik, Achleitner e Braun (2024) relatam sobre a existência de estudos que demonstram a contribuição do *Venture Capital* para a inovação, crescimento do emprego e aumento de renda. Os autores ainda afirmam que tal tipo de financiamento teria, em tese, o potencial de facilitar a criação e realocação de *startups*, sem, no entanto, depender de uma intervenção por parte do governo, no que concerne a incentivos.

Entretanto, a intervenção do Estado pode vir a ser crucial, especialmente em setores com altos custos de capital fixo e demandas incertas (Aghion; Antonin; Bunel, 2021), como, por exemplo, no ambiente aeroespacial. Outro ponto importante destacado pelos autores é a alocação desses recursos. Aghion, Antonin e Bunel (2021) argumentam que ajudas setoriais têm maior potencial de sucesso, pois estimulam mais o crescimento econômico em comparação ao investimento concentrado em uma única empresa.

Assim, o Estado deveria, a princípio, implementar soluções setoriais que incentivem a entrada de novos *players*, ao mesmo tempo em que evitam a estagnação do crescimento devido à falta de concorrência e o decréscimo na produtividade (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Nesse contexto, ao analisar o crescimento de empresas francesas, Aghion, Antonin e Bunel (2021) identificaram que a maior barreira para o crescimento e desenvolvimento econômico dessas empresas residia na falta de financiamento adequado.

Eles também destacam que o financiamento estatal para pesquisa e desenvolvimento em empresas já estabelecidas pode ter um efeito reverso. Segundo os autores, isso aumentaria a demanda por trabalhadores mais qualificados, elevando os custos da empresa, o que criaria uma barreira à entrada de novas empresas e impactaria negativamente o processo de destruição criativa (Aghion, Antonin e Bunel, 2021).

1.2. Rompendo Barreiras: O Sistema Setorial de Inovação e os Obstáculos à Inovação

1.2.1 Barreiras à Inovação

Jaureguy, Bianchi e Blanchard (2023) destacam que, independentemente do contexto em que operam, as empresas atribuem diferentes níveis de importância aos obstáculos que enfrentam em seus processos inovadores. Os autores observam uma correlação positiva entre essas barreiras, de modo que o aumento de uma delas tende a intensificar a percepção das demais, criando uma reação em cadeia.

O estudo desses autores explora a relação entre as barreiras de conhecimento (interno e externo) e as financeiras, avaliando como esses fatores impactam os resultados de inovação. As barreiras de conhecimento se referem à falta de acesso a habilidades essenciais para inovar, limitando a absorção de elementos-chave, enquanto as barreiras financeiras impactam negativamente o processo inovador ao restringirem o financiamento de projetos economicamente viáveis. Em um estudo com empresas uruguaias, os autores constataram que o apoio financeiro sem o suporte de pessoal qualificado pode resultar em uma utilização ineficiente dos recursos (Jaureguy; Bianchi; Blanchard, 2023).

Ainda no contexto uruguaio, onde o investimento em inovação é baixo e poucas empresas praticam atividades inovadoras, Jaureguy, Bianchi e Blanchard (2023) afirmam que essa realidade prejudica a formação de uma massa crítica necessária para o desenvolvimento endógeno da inovação. De forma que o governo uruguaio tem buscado estimular a inovação por meio de subsídios, visando atrair investimentos privados e superar falhas de mercado ligadas às

barreiras financeiras. No entanto, os resultados não têm atingido o impacto produtivo esperado, levando os autores a sugerirem que as políticas públicas devem abordar tanto as barreiras financeiras quanto as de conhecimento, com uma abordagem setorial direcionada a nichos estratégicos.

Complementando essa análise, Stornelli, Sercan e Christopher (2021) investigaram o potencial econômico das Tecnologias Avançadas de Manufatura (AMTs, sigla em inglês) e os principais obstáculos à sua adoção, a partir da análise de revisão de mais de 87 artigos que versam sobre o tema. Para as empresas de manufatura, as AMTs representam oportunidades de melhoria na eficiência dos processos, aumento da produtividade e desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis. No entanto, a adoção dessas tecnologias enfrenta uma série de barreiras (Stornelli; Sercan; Christopher, 2021).

As barreiras econômicas incluem altos custos de capital e restrições de liquidez, especialmente em setores que demandam investimentos iniciais elevados. A falta de planejamento de longo prazo e de métodos para avaliar o retorno sobre o investimento agrava esses desafios. As restrições organizacionais envolvem a ausência de liderança e visão clara nos projetos AMT, dificultando a reorganização de processos produtivos e a justificativa econômica para a adoção. As questões de pessoal abrangem a resistência dos empregados e a falta de habilidades específicas para a integração das AMTs, impactando negativamente a produtividade (Stornelli; Sercan; Christopher, 2021).

As barreiras políticas e regulatórias, em adição, limitam incentivos e normas industriais, dificultando a difusão das AMTs. No caso da manufatura aditiva², a ausência de regulamentação clara e proteção à propriedade intelectual são desafios significativos. Finalmente, as barreiras tecnológicas, relacionadas à natureza programável das AMTs, incluem falhas sistêmicas, problemas de integração e riscos à segurança de dados, exigindo uma abordagem estratégica

² Tecnologia de fabricação que constrói objetos tridimensionais a partir de softwares digitais.

que leve em conta as complexidades da adoção (Stornelli; Sercan; Christopher, 2021).

De igual modo, Chiappini et al. (2022), em artigo intitulado “*Can direct innovation subsidies relax SMEs’ financial constraints?*”, relatam que falhas no mercado de capitais - barreira financeira à inovação - representam uma preocupação crucial para os formuladores de políticas, uma vez que dificultam o processo de destruição criativa e limitam os benefícios sociais que inovações disruptivas, introduzidas por pequenas e novas empresas, poderiam gerar. Esse contexto justifica a criação de políticas públicas específicas e setoriais que incentivem atividades de P&D e inovação em pequenas e médias empresas (PMEs), visando mitigar suas limitações financeiras.

A implementação de políticas públicas mais eficientes deveria, portanto, priorizar sistemas de inovação setoriais, considerando as especificidades de cada área, como propõe Malerba (2004). Ao assim proceder, apoia a superação dessas barreiras e maximizar o potencial da inovação e o retorno social, promovendo o sucesso do processo da destruição criativa, proposto por Schumpeter.

1.2.2 Sistemas Setoriais de Inovação

Malerba (2004) define o Sistema Setorial de Inovação (SSI) como um conjunto de atividades indivisíveis, relacionadas a um grupo de produtos que compartilham conhecimentos básicos em comum. O autor propõe que esse sistema é composto por uma rede de agentes que interagem economicamente com o objetivo de desenvolver, produzir e comercializar produtos específicos de nichos de mercado, como, por exemplo, o setor aeroespacial. Malerba (2004) descreve ainda que o processo de inovação dentro de um setor é caracterizado por três componentes principais: conhecimento e tecnologias, agentes e interações, e, por fim, as instituições. A primeira característica está relacionada à ideia de que os setores estão em constante transformação, adaptando-se às novas demandas de mercado.

Outra característica importante é a existência de conexões e interdependências entre as indústrias do setor. Ou seja, as empresas não inovam isoladamente; a inovação é um processo coletivo, envolvendo empresas, universidades, agências governamentais, instituições financeiras, pesquisadores, entre outros agentes (Malerba, 2004). Um ponto de destaque é a teoria evolutiva, segundo a qual a aprendizagem e o conhecimento são fatores-chave no processo de mudança econômica, além da heterogeneidade dos agentes, que apresentam diferentes capacidades. Essa diversidade é fundamental para a dinamização e diversificação de um sistema inovador (Malerba, 2004).

De igual modo, Nelson (2021) corrobora com o autor, quando afirma que conforme avança o conhecimento empírico sobre inovação e desenvolvimento econômico impulsionado por novas tecnologias, os pesquisadores observam que as ações, o conhecimento e as crenças de um agente econômico são amplamente influenciados pelas práticas e pela cultura da comunidade à qual pertence. Existe um compartilhamento de informações e uma cooperação notáveis dentro dessas redes de relacionamento. Estudos indicam que, frequentemente, há trocas de informações entre funcionários de empresas concorrentes, e a mobilidade de profissionais entre empresas atua como um mecanismo relevante de difusão de conhecimento (Nelson, 2021).

Ainda nessa linha, Nelson (2021) nos diz que um dos maiores avanços da economia evolucionária foi a criação do conceito de sistema de inovação, o qual incluiria diversas instituições e práticas que fomentam e direcionam os esforços inovadores, além de facilitar o compartilhamento de conhecimento entre os participantes, conforme esse conhecimento evolui. Em muitos sistemas de inovação, as empresas têm um papel central, assim como alguns empreendedores independentes. Um componente crucial desse sistema é a presença de mecanismos que permitem que empresas e empreendedores obtenham retorno financeiro de suas inovações bem-sucedidas (Nelson, 2021).

Em consonância com Malerba (2004) e Nelson (2021), Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) destacam que o conhecimento se distingue da

informação por requerer proximidade geográfica para a transmissão e compartilhamento de ideias, especialmente quando são altamente contextuais, tácitas e carregadas de incerteza, tal como ocorre em ambientes de alto valor agregado. Como enfatizado por Glaeser et al. (1992, p. 1126, citado por Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016), “avanços intelectuais tendem a cruzar corredores e ruas mais facilmente do que oceanos e continentes”.

Adicionalmente, Malerba (2004) identifica outros pontos-chaves dentro de um sistema setorial de inovação. Esses incluem: a concentração tanto na oferta quanto na demanda nos mercados específicos; a avaliação da presença de outros agentes além das empresas; o foco na interação dentro e fora do mercado; a atenção às instituições; e, por fim, o foco nos processos de transformação. Nesse contexto, as novas tecnologias desempenham um papel fundamental.

Tomemos, por exemplo, o setor aeroespacial. Os conhecimentos desenvolvidos e aplicados, bem como as tecnologias produzidas nesse setor, são únicos. Aliados ao conhecimento dos pesquisadores e seus respectivos processos de aprendizagem, eles formam a base desse sistema setorial (Malerba, 2004; Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016). O setor aeroespacial pode ser, dessa forma, considerado um nicho de mercado de altíssimo valor agregado em termos de tecnologia. As barreiras de entrada, as curvas de aprendizado e os altos recursos financeiros necessários para o desenvolvimento tecnológico moldam seu caráter singular, tornando-o dominado por poucos países (Malerba, 2004). Dentro de um sistema setorial de inovação, como o aeroespacial, os principais atores são as empresas. Malerba (2004) ressalta que é por meio delas que os investimentos, sejam externos ou internos, conduzem as ideias a novos produtos, processos ou serviços.

Outro aspecto fundamental a ser considerado, no contexto dos SSI, são as instituições, fato abordado como uma barreira crítica pelos autores Stornelli, Sercan e Christopher (2021). Em um sistema setorial de inovação, as instituições incluem normas, regulamentações, leis e outros fatores que moldam a inter-relação entre os atores dessa cadeia (Malerba, 2004). Malerba (2004) reflete que

as instituições nacionais têm um grande impacto nos *clusters* de inovação e que é improvável que um sistema setorial conduza ao desenvolvimento econômico de uma região ou país sem cooperação entre os agentes econômicos. Quando essas condições preexistentes são combinadas com a demanda dentro de um nicho de mercado, o efeito inovador se torna significativo, resultando no aumento da produtividade dentro de um contexto nacional (Malerba, 2004).

Ainda nesse pensamento, em um estudo recente, Araki, Benett e Wagner (2024) aprofundaram a análise sobre o SSI, buscando compreender o mecanismo do empreendedorismo e sua contribuição para o desenvolvimento econômico de um país. Ao explorar o fenômeno do empreendedorismo de alto crescimento, as chamadas *startups* "gazelas", os autores examinaram os atributos geográficos e seus impactos (Araki; Benett; Wagner, 2024).

Sob a ótica da teoria do transbordamento do conhecimento no empreendedorismo (*Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship* - KSTE), os fundadores de *startups* (empreendedores) atuam como elos que integram o novo conhecimento em produtos bem-sucedidos, impulsionando o crescimento econômico (Araki; Benett; Wagner, 2024). Nesse sentido, a criação de redes locais, focadas na colaboração entre indústrias impulsionadas por tecnologia ("*technology-driven industries*") poderia estimular o empreendedorismo de alto crescimento em uma região e, conseqüentemente, no país (Araki; Benett; Wagner, 2024).

A teoria do KSTE se concentra no conceito de "filtro do conhecimento" (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Araki; Benett; Wagner, 2024), que se refere às barreiras que dificultam o fluxo adequado de conhecimento economicamente viável por meio do empreendedorismo. Outros autores expandiram essa análise para um contexto mais amplo, destacando o papel do transbordamento de conhecimento no empreendedorismo (Estrin; Korosteleva; Mickiewicz, 2022).

Nesse caminho, a capacidade de decisão consensual tende a ser maior quando fundamentada em informações, ao invés de conhecimento, pois as

informações são mais fáceis de transferir, contextualizar e utilizar de forma oportuna, sendo mais adequadas para decisões incrementais dos gestores. Decisões baseadas em informações apresentam resultados e distribuições de probabilidade mais previsíveis, enquanto aquelas baseadas em conhecimento apresentam maior incerteza, dado que o conhecimento é intrinsecamente mais difícil de compartilhar e transferir. Inovações radicais, por sua vez, geralmente demandam mais conhecimento e menos informação em comparação com inovações incrementais (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016).

Assim, várias limitações na capacidade de uma grande empresa para avaliar o valor do conhecimento dificultam a plena exploração do potencial de seus ativos intelectuais. Evidências indicam, inclusive, que muitas empresas grandes e estabelecidas enfrentam desafios para capitalizar todas as oportunidades geradas por seus investimentos em conhecimento (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016), algo já debatido nesta pesquisa pelos autores Baumol (2010) e Chiappini et al. (2022).

Outrossim, Estrin, Korosteleva e Mickiewicz (2022) afirmam que a geração de conhecimento, apesar de arriscada, é fundamental para obter vantagem competitiva. Segundo a teoria, o conhecimento gerado por pesquisa ou atividades intelectuais não é automaticamente introduzido no mercado, e diversos obstáculos são enfrentados pelas *startups* até que suas ideias sejam transformadas em produtos ou serviços inovadores (Araki; Benett; Wagner, 2024).

Quanto maior o "filtro do conhecimento", ou seja, quanto mais dificuldades os empreendedores enfrentam para implementar suas ideias, menor será o sucesso em comercializar esse conhecimento, impactando diretamente os índices de produtividade (*Total Factor Productivity* - TFP) (Araki; Benett; Wagner, 2024).

Tanto Schumpeter (1934, citado por Estrin, Korosteleva e Mickiewicz, 2022), quanto Baumol (2010), Araki, Benett e Wagner (2024) reconhecem o papel crucial dos empreendedores em identificar oportunidades e transformá-las em produtos, processos ou serviços bem-sucedidos. Dessa forma, um ambiente intensivo em conhecimento pode estimular o empreendedorismo, especialmente

entre fundadores de empresas com vocação para a criação disruptiva, como propôs Schumpeter (Estrin; Korosteleva; Mickiewicz, 2022). Estrin, Korosteleva e Mickiewicz (2022) destacam que o desenvolvimento das *startups* depende da capacidade de capturar oportunidades lucrativas, superando a concorrência maior e mais estabelecida.

Cooke et al. (1997, citado por Araki; Benett; Wagner, 2024) corroboram com a visão ao afirmar que os SSI são fundamentais para acelerar o transbordamento de conhecimento e captar recursos escassos no mercado. Para aprofundar a pesquisa, Araki, Benett e Wagner (2024) desenvolveram um modelo conceitual que abarca o processo de desenvolvimento do empreendedorismo de alto crescimento. Os autores destacam a necessidade de redes de inovação robustas, nas quais a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre os membros são essenciais para facilitar o fluxo de ideias e habilidades dentro desses sistemas setoriais (Araki; Benett; Wagner, 2024), algo já abordado por Malerba (2004).

Esse mecanismo é visto como crucial para o desenvolvimento do empreendedorismo de alto crescimento e, conseqüentemente, para o crescimento econômico e produtividade.

Outrossim, Araki, Benett e Wagner (2024) afirmam que, sem o envolvimento de investidores de capital de risco, a difusão do conhecimento se torna inviável. Assim, no modelo desenvolvido pelos autores, a transformação de ideias em projetos rentáveis e economicamente viáveis depende da sinergia entre redes de inovação – SSI – e capital empreendedor, conforme destacado na Figura 3 (Araki; Benett; Wagner, 2024).

Figura 3 – Modelo de Empreendedorismo de Alto Crescimento

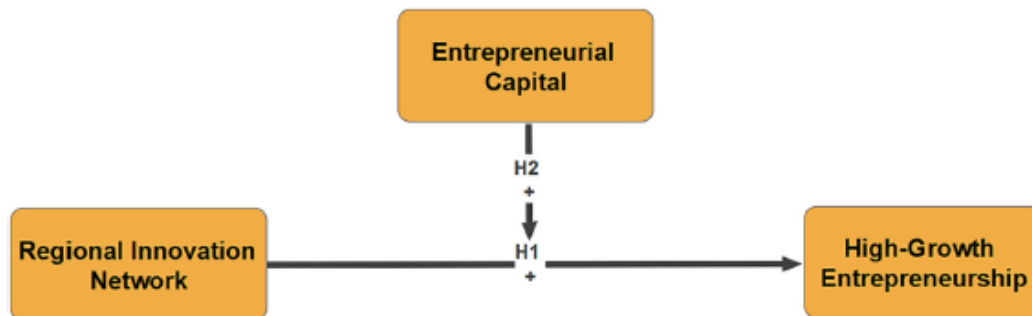


Fig. 1. Conceptual model.

Fonte: Araki, Benett e Wagner (2024, p. 2)

Dessa forma, níveis reduzidos de capital empreendedor regional dificultam que cientistas e outros profissionais do conhecimento, ao identificar uma oportunidade empreendedora, possam efetivamente persegui-la, criar uma nova empresa e entrar no empreendedorismo de alto crescimento, impactando negativamente no processo de destruição criativa, conforme já abordado por outros autores nesta pesquisa. Nem todas as regiões dispõem do mesmo nível de capital empreendedor, devido a fatores históricos, institucionais e outros. Políticas públicas, como os programas SBIR, e iniciativas regionais e locais, incluindo parques de ciência e tecnologia e incubadoras, podem fortalecer esse capital regional, proporcionando recursos de capital e trabalho necessários para que empresas transformem suas ideias em inovações de sucesso no mercado (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016).

Portanto, Araki, Benett e Wagner (2024) concluem em seus estudos que pesquisas relacionadas às políticas de apoio econômico para *startups* (*public venture capital*), quando aplicadas nos estágios iniciais das empresas, apresentam maior probabilidade de sucesso, tal qual observado no estudo de Howell (2017), em sua pesquisa junto aos prêmios ofertados pelo Departamento de Energia dos EUA, por meio do programa SBIR. Sendo assim, após uma análise empírica robusta, os autores confirmaram suas hipóteses, inferindo que o papel dos sistemas de inovação setorial, aliado ao capital empreendedor, de fato,

possibilita a criação e o desenvolvimento do empreendedorismo de alto crescimento, vencendo as barreiras existentes à inovação (Araki; Benett; Wagner, 2024).

1.2.2.1 *Aerospace Valley*

Em outro foco setorial, Lucena-Piquero e Vicente (2019) conduziram um estudo sobre as políticas em *clusters* do setor aeroespacial, focando no *Aerospace Valley*, em Toulouse, França, entre os anos de 2006 e 2015. O objetivo da pesquisa foi identificar as falhas no sistema setorial de inovação e os agentes responsáveis pelas mudanças estruturais nesse período. Segundo os autores, as políticas de *clusters* se baseiam na ideia de que o retorno econômico gerado nesses sistemas está relacionado aos efeitos multiplicadores, induzidos pelo *networking* e subsídios colaborativos (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

Durante a pesquisa, foi constatado que uma falha de mercado comum no *networking* era a falta de capacidade de absorção do conhecimento entre instituições de pesquisa e empresas. Além disso, as políticas de SSI devem também considerar a capacidade de surgimento e sobrevivência de novas empresas nos respectivos nichos de atuação. Assim, o desempenho de longo prazo dos *clusters* de inovação depende da “renovação demográfica das empresas” (Lucena-Piquero; Vicente, 2019, p. 832), em linha com o conceito de destruição criativa de Aghion, Antonin e Bunel (2021).

Outro ponto observado no estudo foi que *clusters* focados em grandes empresas estabelecidas tendem a ser menos produtivos em termos de *spin-offs* do que aqueles que incentivam o surgimento e crescimento de *startups*. O *Aerospace Valley*, um *cluster* central na indústria aeroespacial europeia, abriga grandes empresas como Airbus e Thales Alenia Space, além das melhores escolas de engenharia da França e o Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES).

No entanto, a indústria aeroespacial, com suas características únicas, enfrenta desafios como baixa diversificação e alta intensidade de capital, criando

barreiras de entrada para novas empresas (Lucena-Piquero; Vicente, 2019). Em resposta a esses desafios, a indústria começou a ampliar suas parcerias, integrando *startups* e promovendo a expansão das fronteiras tecnológicas, com foco em áreas como ciências naturais e materiais. Esse movimento resultou em inovações como GPS e drones, anteriormente restritas ao setor militar (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

Para apoiar essas transformações, o governo francês aprimorou as políticas de inovação, com foco na seleção de projetos inovadores aptos a receber subvenções econômicas e intensificando o *networking* entre a indústria e universidades (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

O governo estruturou o processo de apoio em duas etapas: a primeira consistia na certificação e validação do potencial econômico dos projetos, e a segunda focava em fomentar a sinergia e colaboração no *cluster*, garantindo crescimento e financiamento adicional (Lucena-Piquero; Vicente, 2019). Além disso, foram criados incentivos para *startups* locais, como as "fábricas dos produtos futuros", que ajudaram a descentralizar a rede de colaboração no cluster, antes dominada por grandes corporações (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

Os autores concluíram que as *startups* e as grandes empresas possuem percepções diferentes sobre as oportunidades de explorar o conhecimento dos mercados, sendo que os novos empreendedores tendem a ser mais propensos ao risco. As *startups*, portanto, desempenham um papel essencial ao preencher lacunas na rede de colaboração, ajudando a desenvolver mercados emergentes, como o de drones para monitoramento agrícola ou mesmo inteligência artificial, contribuindo para o aumento da produtividade nacional (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

A crescente diversificação tecnológica no Sistema Setorial de Inovação Aeroespacial em Toulouse só foi possível devido à participação ativa das *startups*, que se tornaram agentes fundamentais de mudança estrutural e expansão das fronteiras industriais (Lucena-Piquero; Vicente, 2019).

Os achados realizados pelos autores Lucena-Piquero e Vicente (2019) vão ao encontro das dinâmicas apresentadas por Malerba (2004) e Nelson (2021), já debatidas na presente pesquisa.

1.3. Transições e Transformações: De Grandes Indústrias a Pequenas *Startups*

Desde a década de 1990, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) argumentava que o empreendedorismo e a inovação seriam os principais motores do desenvolvimento econômico no século XXI (1996, citado por Cumming; Li, 2013). Da mesma forma, o Banco Mundial já destacava o impacto significativo das *startups* no crescimento econômico dos países, ratificando o fenômeno da destruição criativa (1994, 2002, 2004, citado por Cumming; Li, 2013).

Em artigo intitulado “*A perspective on the evolution of evolutionary economics*”, Nelson (2021) destaca que os mecanismos de seleção nas economias modernas foram fortemente influenciados por estudos estatísticos que analisam o crescimento da produtividade em várias indústrias. Esses estudos, que contrastam a expansão de empresas com alta produtividade com o crescimento produtivo geral do setor, revelam que a adoção consistente de rotinas mais eficientes por diversas empresas é uma contribuição mais significativa para o aumento da produtividade do que a seleção e crescimento apenas das empresas mais produtivas. Embora a diversidade entre as empresas continue sendo uma característica marcante, a tendência de crescimento da produtividade se espalha de forma ampla, em diferentes ritmos, sendo essa expansão o principal fator de progresso industrial (Nelson, 2021).

Assim, Nelson (2021) afirma que esses estudos focam em setores estabelecidos e não examinam especificamente as mudanças que ocorrem quando uma nova tecnologia disruptiva emerge, exigindo transformações significativas nas práticas operacionais. Nesse caso, a introdução de inovações tecnológicas frequentemente demanda o surgimento de novas empresas, ao mesmo tempo em que leva ao declínio de empresas consolidadas, algo já percebido no fenômeno da destruição criativa. Nos setores emergentes, é comum

que as empresas pioneiras não obtenham lucros imediatos, até que consigam aperfeiçoar seus produtos para atrair um número considerável de clientes. Esse período inicial é caracterizado pela entrada de várias empresas com grande expectativa e pela saída de muitas que não alcançam os resultados esperados – destruição criativa (Nelson, 2021).

Corroborando com os autores, Avnimelech e Amit (2024) estudaram a inovação aberta no contexto empreendedor israelense, um dos principais ecossistemas de tecnologia e inovação no mundo. Segundo os autores, a literatura sobre ecossistemas empreendedores negligenciou o papel das grandes empresas nesse cenário. Israel, conhecido por suas tecnologias de ponta, é reconhecido por estar na vanguarda tecnológica, figurando entre os 10 melhores ecossistemas empreendedores globais (Avnimelech; Amit, 2024).

Avnimelech e Amit (2024) identificaram cinco fatores que contribuíram para essa posição privilegiada de Israel: excelência em empreendedorismo e inovação; alta concentração de centros de P&D; comercialização de tecnologias baseadas em academias e *spin-offs* militares; colaboração estreita entre *startups* e multinacionais, superando barreiras à inovação; e o fomento de parcerias entre *startups* e grandes empresas estabelecidas. Esses fatores, combinados com a inovação aberta, criaram um ambiente propício para a evolução das atividades de inovação (Avnimelech; Amit, 2024).

A inovação aberta, conceito derivado de Schumpeter, se refere ao uso estratégico de recursos internos e externos, processos de desenvolvimento e redes de mercado para impulsionar o avanço tecnológico. No modelo de inovação aberta, os processos de entrada envolvem a assimilação de novas ideias e a criação de conexões, enquanto os processos de saída consistem em aproveitar o desenvolvimento interno por meio do fortalecimento de parcerias e colaborações (Avnimelech; Amit, 2024), algo que podemos identificar na pesquisa dos autores Lucena-Piquero e Vicente (2019) e Araki, Benett e Wagner (2024).

Embora essas práticas já existissem, a última década testemunhou um aumento significativo em sua intensidade e abrangência. Houve uma mudança de

foco, priorizando *startups* e ecossistemas empreendedores em vez das grandes empresas e instituições maduras (Avnimelech; Amit, 2024).

Dentro dos sistemas setoriais de inovação, Avnimelech e Amit (2024) destacam que os *clusters*, especialmente em indústrias intensivas em conhecimento, como a tecnologia, são ainda mais relevantes (*Aerospace Valley*, por exemplo). Esses *clusters* promovem o transbordamento de conhecimentos específicos e a colaboração entre P&D, resultando em maior competitividade global e redução de custos transacionais. Assim, o conceito de "*clusters* de inovação" foi reestruturado, pelos autores, como "ecossistemas empreendedores", com maior ênfase no desenvolvimento de *startups* e na colaboração mútua, em vez de competição (Avnimelech; Amit, 2024).

Avnimelech e Amit (2024) expandem a visão schumpeteriana para o século XXI, focando nas relações de colaboração entre *startups* e grandes corporações, que criam um relacionamento do tipo "ganha-ganha". Os autores estratificam a evolução da inovação, com base nas inovações radicais (patentes), em três fases, conforme observado na Figura 4.

Figura 4 – Evolução da Inovação por meio das Patentes

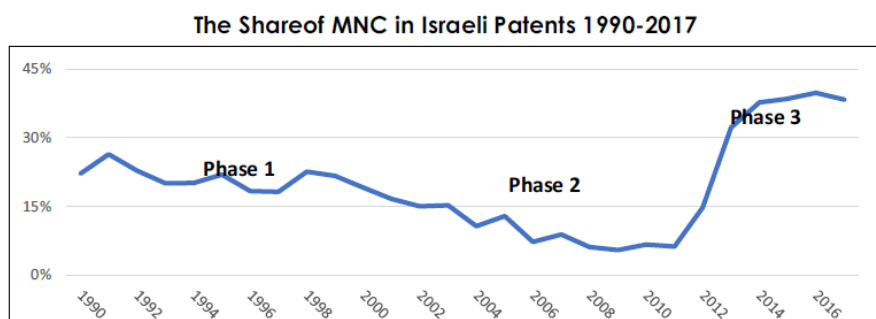


Fig. 4e. The Share of MNC in Israeli Patents 1990-2017.
Source: Getz et al. (2013, 2021) (from PatStat).

Fonte: Avnimelech e Amit (2024, p. 13)

A pré-fase 1 (1970-1980) marcou o início da transição de uma inovação fechada para a abertura gradual dos processos inovadores por grandes corporações, com o governo incentivando P&D colaborativa. A fase 1 (1990-2000)

viu o surgimento de *startups* tecnológicas, financiadas por *Venture Capitalists*, e a expansão da inovação aberta, com fusões e aquisições de *startups* se tornando comuns (Avnimelech; Amit, 2024).

Na fase 2 (2000-2010), a inovação aberta continuou a ser incentivada, com o surgimento de incubadoras corporativas e laboratórios de pesquisa, focando nos estágios iniciais do desenvolvimento tecnológico. Por fim, na fase 3 (2010-2020), a inovação aberta se consolidou como uma estratégia central para empresas, com o crescimento dos ecossistemas de inovação e o aprimoramento da colaboração entre corporações, *startups* e universidades, utilizando técnicas modernas como *design thinking* e *workshops* de ideias (Avnimelech; Amit, 2024).

Nessa perspectiva de transição, ao analisarmos novamente a Figura 4, observa-se uma clara evolução do processo de inovação (patentes) ao longo dos anos no contexto israelense. Essa evolução acompanha as fases propostas na pesquisa de Avnimelech e Amit (2024), confirmando empiricamente o que Chiappini et al. (2022) e Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) já indicavam: as *startups* possuem uma maior probabilidade de gerar inovações radicais, identificadas por meio de registros de patentes.

Outro ponto de destaque na pesquisa dos autores, refere-se ao crescimento e alocação do *venture capital* ao longo dos anos, demonstrando a consolidação dessa nova tendência no contexto israelense (Figura 5). Desta maneira, os autores concluem em seu estudo que a transição de uma relação ganha-perde, a qual marcara a fase 1, passa para uma relação ganha-ganha, abrindo espaço para que as empresas consolidadas no mercado possam expandir sua rede de relacionamento com as entrantes, criando um terreno fértil para produção de conhecimento e inovação, garantindo, por sua vez, o crescimento econômico do país puxado por esses ecossistemas empreendedores e o incremento da produtividade (Avnimelech; Amit, 2024).

Figura 5 – Evolução do *Venture Capital* em Israel

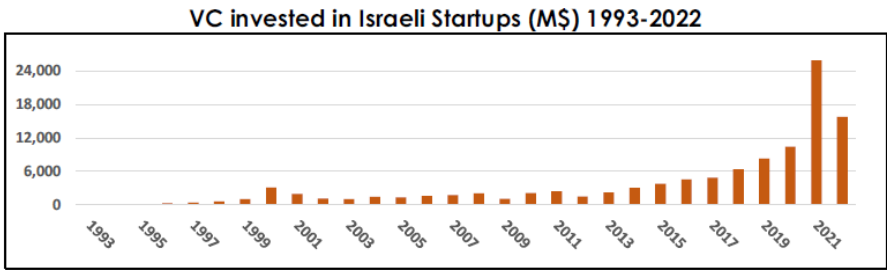


Fig. 3a. VC invested in Israeli Startups (M\$) 1993–2022.
Source: IVC 2023.

Fonte: Avnimelech e Amit (2024, p. 5)

1.4. Incentivos Estratégicos: O Papel Fundamental do Financiamento para a Inovação

Ao longo das últimas décadas, diversos autores investigaram o movimento de crescimento econômico dos países e o impacto das políticas públicas de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, conforme demonstrado na Tabela 2 (Cumming; Li, 2013; Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Howell, 2017; Hottenrott; Richstein, 2020; Chiappini et al., 2022; Fini et al., 2023). Como evidenciado, as *startups* têm se destacado como importantes impulsionadoras desse crescimento econômico, sobretudo por meio das inovações radicais (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Chiappini et al., 2022).

Tabela 2 – Autores e Políticas de Incentivo à Inovação

Autores	Foco da Pesquisa
Cumming e li (2013)	Programa Americano SBIR e os impactos na economia americana
Richardson, Audretsch e Aldridge (2016)	Programas Americanos de financiamento à inovação – SBIR/STTR, ATP e DARPA
Howell (2017)	Programa Americano SBIR no contexto do Departamento de Energia
Hottenrott e Richstein (2020)	Subsídios às <i>startups</i> de alta tecnologia – contexto alemão
Chiappini et al. (2022)	Subsídios às <i>startups</i> de alta tecnologia – contexto Francês

No entanto, para que esse processo inovador ocorra de forma fluida e eficaz, o mercado precisa primeiro reconhecer que essas inovações — sejam produtos, processos ou serviços — são economicamente viáveis. Esse reconhecimento é frequentemente prejudicado pela incerteza inerente à novidade, gerando uma falha de mercado (Estrin; Korosteleva; Mickiewicz, 2022; Fini et al., 2023). Segundo Estrin, Korosteleva e Mickiewicz (2022), essas incertezas decorrem da falta de clareza no modelo de negócio das *startups*, que ainda precisam superar a resistência inicial de uma parte dos consumidores e investidores.

Assim, a literatura indica que essa falha de mercado é resultado da assimetria de informações (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Pradhan et al., 2017; Hottenrott; Richstein, 2020; Chiappini et al., 2022; Fini et al., 2023; Lin; Xie, 2024). Tal fenômeno acaba distorcendo a percepção de valor das inovações pelo mercado, criando uma lacuna de financiamento (*funding gap*) (Alperovych; Groh; Quas, 2020), o que por sua vez impacta no processo de destruição criativa e na produtividade dos países.

Nesse contexto, Aghion, Antonin e Bunel (2021) destacam que o financiamento em pesquisa básica, aliado aos subsídios oferecidos pelos governos, é um fator decisivo para a introdução de inovações disruptivas no mercado. Os autores relatam o exemplo do *Howard Hughes Medical Institute* (HHMI), que se tornou o maior financiador privado de pesquisa biomédica nos Estados Unidos.

Ao confiar nas pesquisas conduzidas por cientistas dessa área, o HHMI possibilitou um aumento significativo nas publicações de seus pesquisadores financiados, conforme demonstrado na Figura 6 (Aghion; Antonin; Bunel, 2021). Segundo a pesquisa dos autores, houve um incremento de 39% na produção

científica, evidenciando a relevância do financiamento para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços inovadores (Aghion; Antonin; Bunel, 2021).

Figura 6 – Número de publicações após financiamento em pesquisa

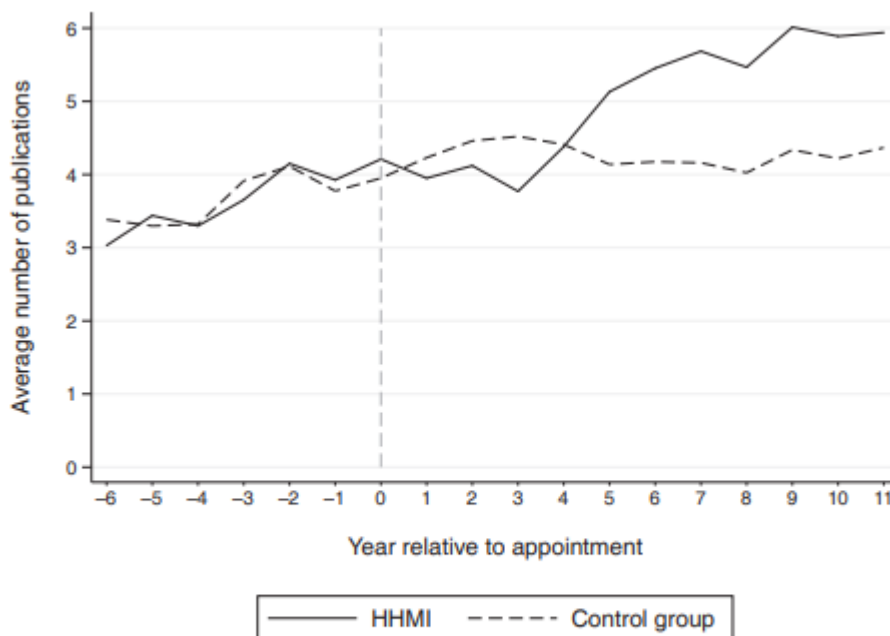


FIGURE 12.4. Dynamic effect of HHMI funding on total publications.

Extracted and reformatted from P. Azoulay, J. S. Graff Zivin, and G. Manso, "Incentives and Creativity: Evidence from the Academic Life Sciences," *RAND Journal of Economics* 42, no. 3 (2011): 527–554, figure 4A.

Fonte: Aghion, Antonin e Bunel (2021, p. 235)

Outros autores abordaram o financiamento de ideias disruptivas sob a ótica da restrição. Richardson, Audretsch e Aldridge (2016) realizaram uma pesquisa focada nesse tema, caracterizando o mercado de inovação como "*Illiquid Capital Market*". Esse mercado é marcado por falhas sistêmicas, decorrentes das incertezas e da assimetria de informação, que dificultam o fluxo de capital necessário para impulsionar inovações (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016). Tal cenário cria um grande obstáculo para as *startups*, dificultando sua capacidade de superar o chamado "vale da morte" (Figura 7).

Ellwood, Williams e Egan (2022), ao estudarem o fenômeno do "vale da morte", descreveram essa fase como o estágio inicial da inovação baseada em ciência. Nessa etapa, ocorre a transição entre a ideia original do pesquisador e a

comercialização das tecnologias associadas. A dificuldade de transpor esse vale reside na escassez de financiamento, que limita a continuidade e o sucesso das inovações emergentes.

Figura 7 – Vale da Morte

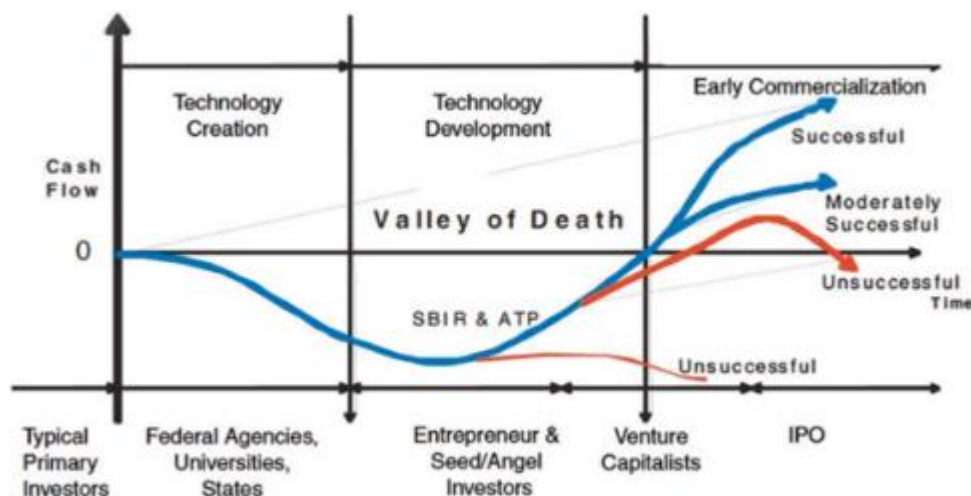


Fig. 2.3 The valley of death. Source: Adapted from Wessner, *An Assessment of the SBIR Program*, p. 30

Fonte: Richardson, Audretsch e Aldridge (2016, p. 22)

Assim, diversas políticas públicas e iniciativas de instituições financeiras com aptidão para o risco vêm sendo adotadas para aumentar as chances de sucesso durante essa fase crítica da inovação (Ellwood; Williams; Egan, 2022). Em outra pesquisa, Yin, Yan e Zhan (2022) relatam que, apesar de a inovação ser vantajosa para o contexto nacional, ela depende das visões de consumo e produção em determinados contextos sociais para tornar um país mais produtivo e competitivo.

Para que a difusão tecnológica gerada pela inovação seja aceita no mercado, deve haver financiamento externo, seja por parte de entidades públicas ou privadas (Ellwood; Williams; Egan, 2022; Yin; Yan; Zhan, 2022). Pesquisas indicam que apenas 1 em cada 5 inovações conseguem superar o "vale da morte", o que implica em uma significativa perda de recursos aplicados em P&D ao longo desse processo (Stefan, 2022). Além disso, Stefan (2022) observa que muitos

produtos que poderiam agregar valor à sociedade acabam sendo abandonados, de modo que a dificuldade de atravessar o vale não implica apenas perdas financeiras, mas também em uma redução no valor agregado da nação.

De maneira semelhante aos autores citados anteriormente, Stefan (2022) argumenta que uma das principais causas dessa falha é a dificuldade de financiamento, principalmente pela hesitação do setor privado em investir em tecnologias imaturas (Stefan, 2022). Diante desse cenário, Aghion, Antonin e Bunel (2021) destacam que tanto investidores quanto empreendedores estão interessados em garantir que a inovação atravesse o "vale da morte" e atinja o mercado.

Nesse contexto, surge a figura do *venture capital*, que funciona como uma espécie de contrato entre o investidor e o empreendedor. O empreendedor transfere uma parte inicial das receitas ao investidor, e este, gradualmente, devolve os direitos ao fundador da *startup* (Aghion; Antonin; Bunel, 2021). Aghion, Antonin e Bunel (2021) descrevem que esse contrato incentiva o *venture capitalist* a se envolver diretamente nas decisões da empresa, principalmente no compartilhamento de experiências, conhecimentos e gestão de negócios, fundamentais para a consolidação da *startup* no mercado.

De maneira semelhante, no artigo *Bridging the Equity Gap for Young Innovative Companies*, Alperovych, Groh e Quas (2020) analisam a eficácia dos fundos de capital de risco governamentais (GVCs, sigla em inglês) ou *public venture capital* no apoio a empresas jovens e inovadoras (YICs, sigla em inglês) na superação do "equity gap".

Esses autores destacam que os GVCs, implementados por meio de políticas públicas, desempenham um papel essencial ao fornecer o financiamento necessário para as YICs, que frequentemente não conseguem acesso ao capital privado devido à falta de ativos tangíveis e à elevada incerteza associada às suas inovações (Alperovych; Groh; Quas, 2020).

O estudo revela que certas características de design dos programas de GVC, como localização, colocalização, coinvestimento com fundos privados de capital de risco (VCs) e foco setorial, influenciam significativamente o crescimento e inovação das empresas apoiadas, aumentando assim sua produtividade (Alperovych; Groh; Quas, 2020), entendimento que corrobora com o que fora dito por Malerba (2004) e Nelson (2021). Além disso, GVCs que exigem coinvestimento com VCs tendem a ser mais eficazes, já que o coinvestimento proporciona uma "segunda opinião", o que aumenta a confiança dos investidores privados.

Por fim, os autores também apontam que os GVCs que acumulam experiência setorial específica são mais bem-sucedidos no apoio ao desenvolvimento das YICs, uma vez que essa especialização facilita decisões mais precisas e informadas, melhorando a eficácia dos GVCs na promoção da inovação e do crescimento econômico, com foco no aumento da produtividade (Alperovych; Groh; Quas, 2020).

Já Giraudo, Giudici e Grilli (2019) analisaram o impacto da falta de financiamento para *startups* no contexto italiano, destacando os desafios específicos enfrentados por essas empresas. De acordo com os autores, como as *startups* geralmente dependem de ativos intangíveis, que são difíceis de utilizar como garantia de crédito, elas enfrentam obstáculos para obter financiamento por meio de empréstimos bancários, uma das principais fontes de capital para empresas estabelecidas. Além disso, essas *startups* necessitam de financiamento de longo prazo e qualquer obrigação de pagamento de juros na fase inicial pode desviar recursos da criação de valor, aumentando o consumo de caixa. Consequentemente, o acesso ao crédito bancário torna-se viável apenas se os fundadores fornecerem garantias substanciais, o que pode, por sua vez, restringir seu ímpeto empreendedor (Giraudo; Giudici; Grilli, 2019).

Capítulo 2

***Public Venture Capital* e o Papel dos Governos na Destruição Criativa**

2.1. *Venture Capital*: De Financiador a Protagonista no Mundo das *Startups*

Conforme observamos, o investimento em tecnologia na forma de P&D, de acordo com a teoria de crescimento Schumpeteriana, é tema central para o desenvolvimento econômico de um país (Aghion; Howitt, 2009). No entanto, Aghion e Howitt (2009) afirmam que essa teoria não analisa em profundidade as dificuldades que as empresas enfrentam para financiar os investimentos que impulsionam o crescimento econômico.

Nesse sentido, vários pesquisadores buscaram entender como o incentivo às inovações, por meio do financiamento público, pode ser um diferencial nesse contexto (Link; Scott, 2013; Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Pradhan et al., 2017; Howell, 2017; Hottenrott; Richstein, 2020; Chiappini et al., 2022; Fini et al., 2023).

No livro "*Bending the Arc of Innovation: Public Support of R&D in Small, Entrepreneurial Firms*", Link e Scott (2013) investigaram o funcionamento e a dinâmica do *Public Venture Capital* financiado pelo governo dos Estados Unidos. Segundo os autores, as empresas do setor privado, especialmente as pequenas com alto potencial de crescimento, enfrentam maiores dificuldades para investir em P&D, algo debatido por outros autores ao longo desta pesquisa. Esse desafio justifica a necessidade de apoio público (Link; Scott, 2013). Nesse contexto, eles destacam a importância do programa americano SBIR³ (*Small Business Innovation Research*) para o desenvolvimento econômico por meio de incentivos à inovação.

³ O SBIR foi estabelecido pela Lei de Desenvolvimento de Inovação para Pequenas Empresas de 1982 (Lei Pública 97-219), com o objetivo de fomentar a inovação por pequenas empresas nos EUA (Link; Scott, 2013).

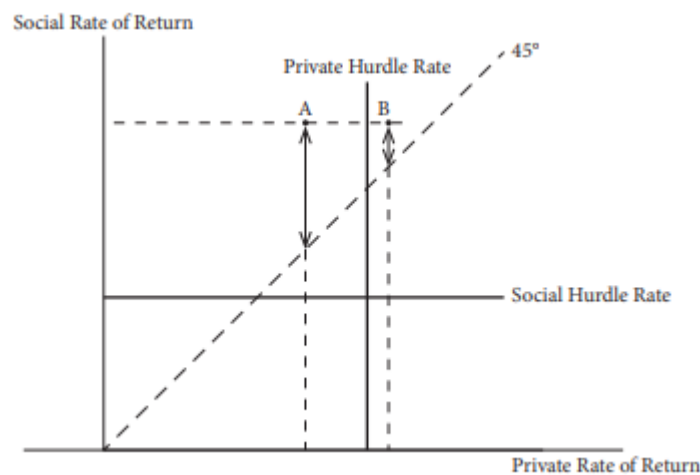
Um ponto interessante levantado pelos autores é a necessidade de investimentos públicos nessas empresas, decorrente das chamadas falhas de mercado (Link; Scott, 2013). A literatura demonstrou que a principal falha de mercado associada ao setor de inovação é a assimetria de informações (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Pradhan et al., 2017; Hottenrott; Richstein, 2020; Chiappini et al., 2022; Fini et al., 2023). Entretanto, é importante debater essa questão com maior profundidade para identificar as razões centrais dessa falha de mercado. Arrow (1962, citado por Link; Scott, 2013) identificou três causas clássicas para a ausência de concorrência perfeita no mercado de inovação: indivisibilidades, inapropriabilidade e incerteza.

Link e Scott (2013) mostram que essas causas decorrem da suposição de que uma ideia economicamente viável é produzida por meio de um processo intenso de investimento em P&D, mas a empresa investidora não teria total propriedade sobre o produto. Como resultado, outras empresas e consumidores poderiam se beneficiar dessa inovação, o que reduz o incentivo para a empresa investidora.

Para explicar esse dilema, Link e Scott (2013) apresentaram um gráfico que ilustra a relação entre o benefício privado e o benefício social do investimento em P&D (Figura 8). A análise da figura sugere que o investimento em P&D pelo setor público é necessário porque, na ausência de políticas públicas, as empresas alocariam seus recursos apenas em projetos que oferecem maior retorno privado (Projeto B), deixando de lado projetos com benefícios sociais de igual ou maior relevância (Projeto A).

Assim, ao implementar políticas públicas que garantam os meios financeiros necessários para que *startups* possam investir em seus projetos, é possível assegurar que a inovação beneficie toda a sociedade, mesmo quando o setor privado enfrenta restrições de recursos (Link; Scott, 2013).

Figura 8 - Lacuna de transbordamento entre as taxas de retorno social e privado dos investimentos em P&D

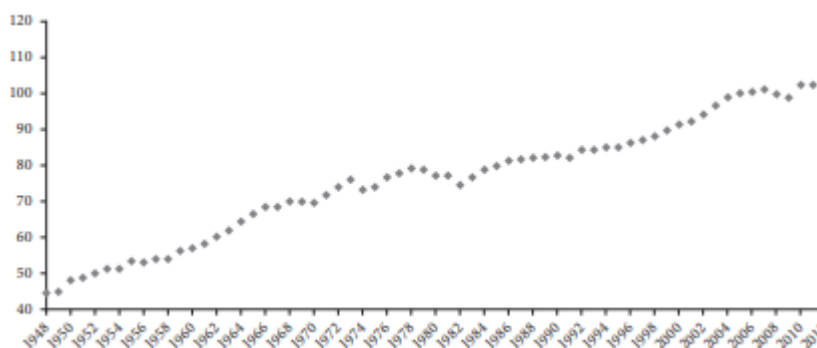


Fonte: Link e Scott (2013, p. 8)

Link e Scott (2013) destacam a Produtividade Total dos Fatores (PTF) como uma medida essencial para avaliar o avanço tecnológico, pois calcula a produção em relação ao total de insumos utilizados, alinhando-se ao que foi discutido por Richardson, Audretsch e Aldridge (2016), que consideram essa medida como um dos principais indicadores de inovação. Com base nessa abordagem, os autores examinaram o desempenho do setor empresarial dos EUA entre 1948 e 2011, utilizando o PTF como um índice representativo do progresso tecnológico.

Eles destacam que a intervenção do setor público nos Estados Unidos, por meio de programas de financiamento público em negócios de alto crescimento, foi uma resposta à desaceleração do crescimento da PTF ocorrida entre 1974 e 1982 (Figura 9), o que levou à implementação de estímulos voltados para P&D, com o objetivo de impulsionar o avanço tecnológico e a inovação.

Figura 9 – Índice de Produtividade Total dos Fatores



Fonte: Link e Scott (2013, p. 11)

Sob nova lente, Lin e Xie (2024), ao analisarem o impacto do *Venture Capital* sobre o índice PTF no contexto chinês, observaram uma dualidade nessa relação. Alguns estudos apontaram que os subsídios governamentais desempenham um papel importante no aumento da PTF das empresas de energia renovável (Lin; Xie, 2024). Contudo, também há pesquisas que sugerem que subsídios excessivos podem ter um efeito negativo sobre a PTF dessas empresas (Lin; Xie, 2024).

Além disso, Lin e Xie (2024) destacam que diversos estudos recentes têm analisado o impacto do VC sobre a PTF das empresas (análise microeconômica), com a maioria sugerindo uma contribuição positiva. Guo e Jiang (2013) e Ma et al. (2021), citados por Lin e Xie (2024), indicam uma correlação positiva entre VC e PTF, enquanto Chemmanur et al. (2011) e Murtinu (2021), citados por Lin e Xie (2024), mostram que empresas apoiadas por VC apresentam crescimento mais rápido em eficiência.

Desta feita, Lin e Xie (2024), concluem que o capital de risco (VC) tem um impacto significativo na produtividade total dos fatores (PTF) das empresas de energia renovável, especialmente ao estimular investimentos em P&D e aliviar restrições financeiras, com destaque para seu papel em *startups* e empresas emergentes. No entanto, a eficácia do VC depende da intensidade dos subsídios governamentais: quando estes estão abaixo de 1,07%, o VC melhora substancialmente a PTF, mas esse efeito se torna insignificante quando os

subsídios excedem esse valor. Além disso, o VC tem um impacto mais forte em nas fases iniciais e intermediárias da cadeia produtiva, incluindo *startups*, enquanto seu efeito é insignificante em empresas estatais ou situadas na fase final.

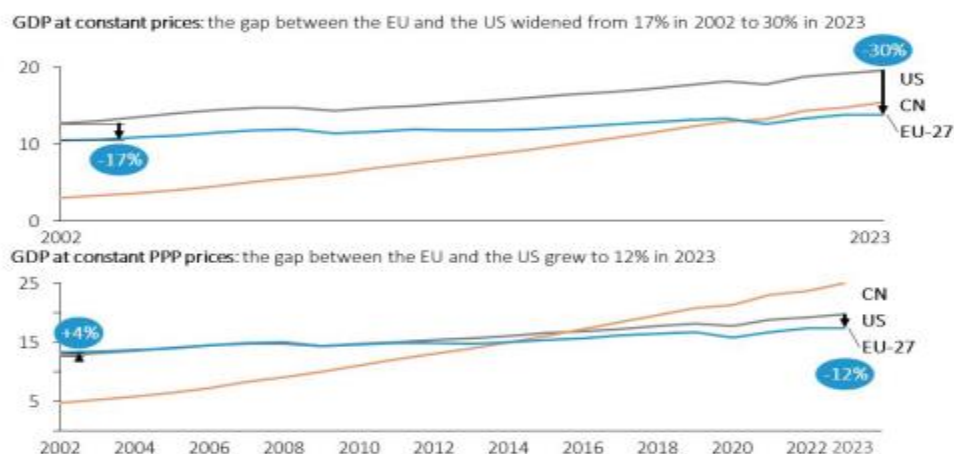
Ainda no contexto da PTF, a *European Commission* (EC), em seu relatório publicado em 9 de setembro de 2024, intitulado "*The Future of European Competitiveness - A Competitiveness Strategy for Europe*", destacou que a região enfrenta desafios na criação de indústrias produtivas e competitivas no atual cenário global. Este relatório sublinha as dificuldades da Europa em acompanhar o avanço tecnológico, o que afeta sua produtividade e competitividade a nível mundial. Essa análise macroeconômica destaca que a União Europeia (UE) tem enfrentado baixos índices de crescimento econômico, causados principalmente pela queda nas taxas de produtividade entre seus países membros. Como exemplo desse fenômeno, a diferença entre o PIB da UE e dos Estados Unidos, a preços constantes⁴, aumentou de pouco mais de 15% em 2002 para 30% em 2023. Em termos de paridade de poder de compra (PPC), essa diferença passou de 4% em 2002 para 12% em 2023, como ilustrado na Figura 10 (*European Commission*, 2024).

Contribuindo com o exposto no relatório, Braunerhjelm e Henrekson (2016) argumentam que, nas últimas décadas, modelos de crescimento econômico foram aprimorados para capturar os investimentos em P&D realizados pelas empresas, reconhecendo a inovação como o motor fundamental do crescimento sustentável a longo prazo. Em sua análise, esses autores ressaltam que políticas que fortalecem o papel dos empreendedores na inovação devem ir além dos tradicionais investimentos em educação e P&D. Focar exclusivamente em P&D tende a ignorar o papel do processo empreendedor, onde o conhecimento existente é combinado com habilidades individuais para identificar e explorar novas oportunidades de mercado. Assim, políticas de inovação deveriam não apenas fomentar a criação de inovações com alto potencial, mas também fornecer

⁴ Medida do Produto Interno Bruto ajustada para eliminar os efeitos da inflação. Utiliza um deflator para ajustar os valores nominais e remover o impacto da variação de preços.

incentivos adequados para a criação e expansão de empresas que disseminem essas inovações no mercado (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Figura 10 – Evolução do PIB entre os anos de 2002 e 2023



Fonte: *European Commission* (2024, p. 8)

Ainda segundo Braunerhjelm e Henrekson (2016), embora empresas invistam em P&D para obter vantagens competitivas, uma parte desse conhecimento inevitavelmente transborda para um estoque social de conhecimento que contribui para a produtividade geral de todas as empresas, impactando por fim no índice de produtividade total dos fatores (PTF). Esse conceito é encapsulado na noção de um "Sistema Nacional de Empreendedorismo", definido como a interação dinâmica e institucionalmente inserida entre as atitudes, atividades e aspirações empreendedoras dos indivíduos, que direciona a alocação de recursos por meio da criação e operação de novos empreendimentos (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

O desafio, então, é estabelecer um arcabouço institucional que conecte conhecimento e esforço empreendedor para fomentar o crescimento. Para que essa conexão seja efetiva, o empreendedor schumpeteriano deve ter papel central no processo de crescimento e incremento da produtividade (Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

De igual modo, o relatório da Comissão Europeia destaca que o aumento da competitividade é essencial para enfrentar a estagnação econômica que começa a emergir na União Europeia, configurando-se como um fator crítico para alcançar um crescimento sustentável a longo prazo (*European Commission*, 2024). Nesse sentido, a recomendação é que a UE concentre seus esforços em estratégias voltadas para a competitividade setorial ou industrial, abordagem previamente discutida nesta dissertação.

Apoiando essa perspectiva, Kijek e Matras-Bolibok (2019), em artigo intitulado "*The relationship between TFP and innovation performance: evidence from EU regions*", investigaram as razões por trás das disparidades nos PIBs per capita entre diversos países da União Europeia. Os autores concluíram que cerca de 90% dessas diferenças podem ser explicadas pelos índices distintos de produtividade total dos fatores (PTF), ressaltando a relevância dessa variável como determinante do desenvolvimento econômico.

Além disso, em consonância com as afirmações de Malerba (2002) e do Relatório da Comissão Europeia (2024), Kijek e Matras-Bolibok (2019) têm destacado o potencial da inovação regional – composta por universidades, institutos de pesquisa, investimentos em P&D e políticas regionais de tecnologia – para impulsionar o desempenho inovador e o crescimento econômico regional. Observa-se, contudo, que a inovação não é distribuída de forma uniforme no espaço, mas concentra-se predominantemente em regiões específicas, um fenômeno observado em praticamente todos os países (Kijek; Matras-Bolibok, 2019).

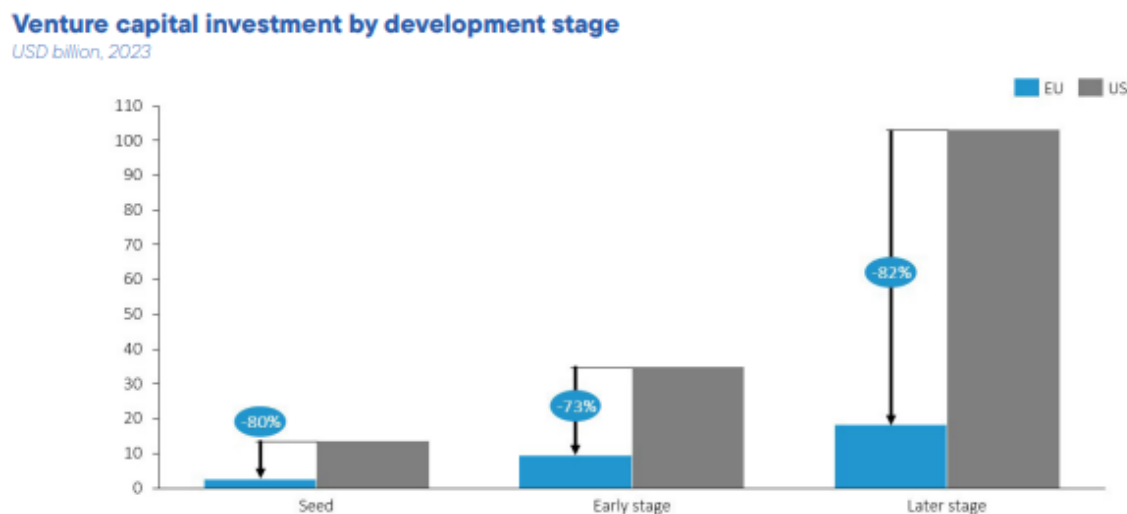
Ainda nesse contexto, a UE enfrenta, segundo o relatório, um "campo de jogo" global desigual, caracterizado por assimetrias regulatórias e subsídios praticados por outras economias, o que impõe desafios significativos à competitividade europeia no cenário internacional (*European Commission*, 2024). Ademais, o documento enfatiza que o investimento em tecnologias avançadas será um fator decisivo nas próximas décadas, visto que a inovação acelerada em nível setorial está intrinsecamente ligada ao aumento da produtividade,

especialmente em indústrias intensivas em pesquisa e desenvolvimento (*European Commission, 2024*).

Outrossim, a manutenção de uma "soberania tecnológica" em setores críticos, como segurança, defesa e criptografia, também é destacada como essencial. Segundo o relatório, uma soberania tecnológica fraca prejudica o desenvolvimento de inovações secundárias, que geralmente derivam de inovações radicais (*European Commission, 2024*).

Outro ponto relevante abordado no relatório é a disparidade no financiamento de risco (*venture capital* ou *public venture capital*) para empresas de tecnologia de ponta na UE, quando comparado aos EUA. A Figura 11 sugere que essa diferença no aporte de *venture capital* pode estar relacionada ao maior índice de produtividade no mercado americano. Independentemente do estágio da empresa (*seed*, *early stage* ou *later stage*), a União Europeia investe, no mínimo, 73% menos que os EUA em inovações radicais por meio do capital de risco (*European Commission, 2024*).

Figura 11 – Venture Capital por estágio de desenvolvimento



Fonte: *European Commission (2024, p. 21)*

Um dado adicional significativo é que, nos últimos 50 anos, nenhuma empresa criada na UE atingiu um valor de mercado superior a 100 bilhões de euros. Nos EUA, no mesmo período, há seis empresas com valores de mercado

que ultrapassam 1 trilhão de euros, o que ressalta a diferença na capacidade de gerar empresas de grande porte e valor de mercado elevado (*European Commission*, 2024).

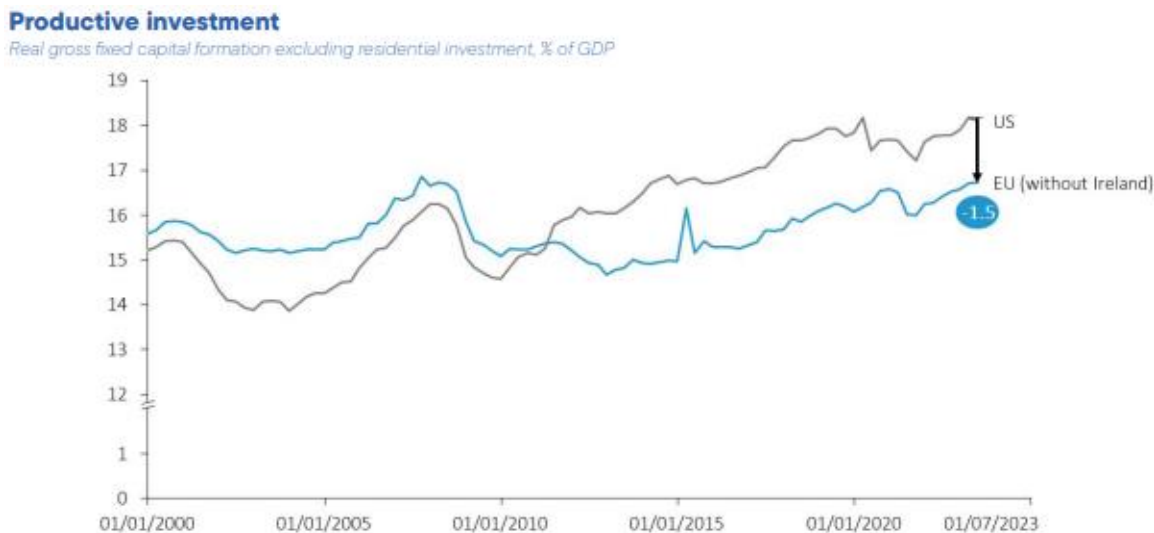
A diferença de crescimento da produtividade entre os Estados Unidos e a União Europeia pode ser explicada por três fatores principais: a composição das indústrias, a inovação setorial e a difusão tecnológica (*European Commission*, 2024). De forma tradicional, os países da União Europeia destacam-se em setores de tecnologia intermediária, que não estão diretamente ligados aos avanços tecnológicos de vanguarda (*European Commission*, 2024).

Para reduzir a disparidade de produtividade, é necessária uma abordagem abrangente que vá além do investimento em conhecimento, englobando pesquisa, inovação, empreendedorismo e produção industrial em larga escala (Braunerhjelm; Henrekson, 2016). O empreendedor é essencial nesse processo, pois constrói o capital da empresa por meio de investimentos em ativos que geram retorno ao longo do tempo (Baumol, 2010; Braunerhjelm; Henrekson, 2016).

Assim, dada a condição de países de alta renda, o problema dessa disparidade de produtividade parece derivar de abordagens distintas no incentivo a setores emergentes. Nos Estados Unidos, ao longo das últimas décadas, houve uma forte aposta em setores de alto potencial de crescimento, com destaque para *startups* focadas em inovação disruptiva. Em contraste, na Europa, os investimentos mantiveram-se direcionados a tecnologias maduras e setores nos quais as taxas de crescimento da produtividade estão estagnadas ou em declínio (*European Commission*, 2024).

Essa diferença fica evidente ao analisar os dados de crescimento de produtividade setorial, ilustrados na Figura 12, que demonstra como os EUA conseguiram promover setores de ponta, enquanto a Europa se mantém focada em indústrias mais tradicionais e com menor dinamismo econômico (*European Commission*, 2024).

Figura 12 – Investimento em Produtividade



Fonte: *European Commission* (2024, p. 24)

A baixa produtividade na União Europeia, em comparação com os EUA, pode refletir a ausência de um uso eficaz do capital de risco, que deveria ser empregado de forma setorial e não de maneira pulverizada (Lucena-Piquero; Vicente, 2019; Kijek; Matras-Bolibok, 2019; Araki; Benett; Wagner, 2024). A falta de foco em inovações disruptivas e o financiamento fragmentado, afastado dos *clusters* de inovação, apresentam-se como barreiras significativas para tecnologias inovadoras com alto potencial de crescimento (*European Commission*, 2024).

Esse contexto faz com que, ao atingirem a fase de comercialização, as empresas europeias frequentemente busquem financiamento de risco nos EUA, transferindo sua expansão para o território americano e, assim, prejudicando ainda mais a produtividade no mercado europeu (*European Commission*, 2024).

Além disso, o fluxo de inovação na União Europeia mostra resultados inferiores aos dos EUA e da China. Apenas um terço das invenções registradas por universidades e instituições de pesquisa europeias são comercializadas, o que reflete uma fraqueza estrutural no processo de inovação europeu (*European Commission*, 2024).

Uma das razões centrais para essa falha é que os pesquisadores estão afastados dos *clusters* de inovação, onde redes de universidades, *startups*, grandes empresas e *Venture Capital* são responsáveis por boa parte dos projetos de alto valor econômico. No contexto da UE, o baixo nível de financiamento de *Venture Capital* (apenas 5% do mercado global) contribui para a ineficiência do ecossistema de inovação, inibindo o desenvolvimento de *startups* nos *clusters* e levando a uma produtividade insuficiente (*European Commission*, 2024).

Assim, entre 2008 e 2021, 147 *startups* unicórnios surgiram na Europa, mas mais de 40 delas transferiram suas sedes para o exterior, evidenciando a fuga de capital e de talentos (*European Commission*, 2024). O *Venture Capital* é essencial para a inovação, pois desempenha um papel fundamental no crescimento de *startups* com grande potencial de disrupção, mas a falta de acesso ao financiamento adequado resulta em um ciclo de inovação mais lento, especialmente em setores como inteligência artificial (IA) e computação quântica, que demandam grandes volumes de capital (*European Commission*, 2024).

Para enfrentar esse desafio, o relatório da Comissão Europeia sugere uma série de reformas para fomentar o mercado de capital de risco, incluindo a expansão de incentivos para investidores-anjo e capital semente, além de maior coordenação entre fundos europeus, como o Fundo Europeu de Investimento (EIF) e o Conselho Europeu de Inovação (EIC) (*European Commission*, 2024). Com essas reformas e uma maior integração entre os Estados-Membros, a Europa pode atrair mais investimentos de capital de risco, criando um ambiente propício para *startups* inovadoras prosperarem e escalarem globalmente, contribuindo significativamente para o crescimento da produtividade e competitividade da região (*European Commission*, 2024).

2.2 Interligando Mundos: Como o *Public Venture Capital* e Pequenas Empresas Redefinem Inovação

A relação entre produtividade e *startups* pode ser compreendida sob a ótica da Economia Empreendedora, como discutido por Audretsch e Thurik (2001, 2004, citados por Link; Scott, 2013). Durante o período de desaceleração da

produtividade observado nas décadas de 1970 e 1980, ficou claro que as grandes empresas, anteriormente responsáveis pela criação de empregos e pela produção, não eram mais suficientes para sustentar o crescimento econômico de longo prazo (Link; Scott, 2013).

Em contraste, as *startups* e pequenas empresas emergiram como importantes motores de inovação e adaptação, desempenhando um papel central na recuperação da produtividade (Link; Scott, 2013). A agilidade e a capacidade de inovação dessas empresas lhes conferem uma vantagem na adoção de novas tecnologias e na criação de soluções inovadoras para problemas econômicos específicos (Link; Scott, 2013). A flexibilidade dessas empresas, em comparação com as grandes corporações, permite que experimentem e implementem mudanças mais rapidamente, impulsionando o aumento da produtividade, pensamento que também vai ao encontro do entendimento de Chiappini et al. (2022).

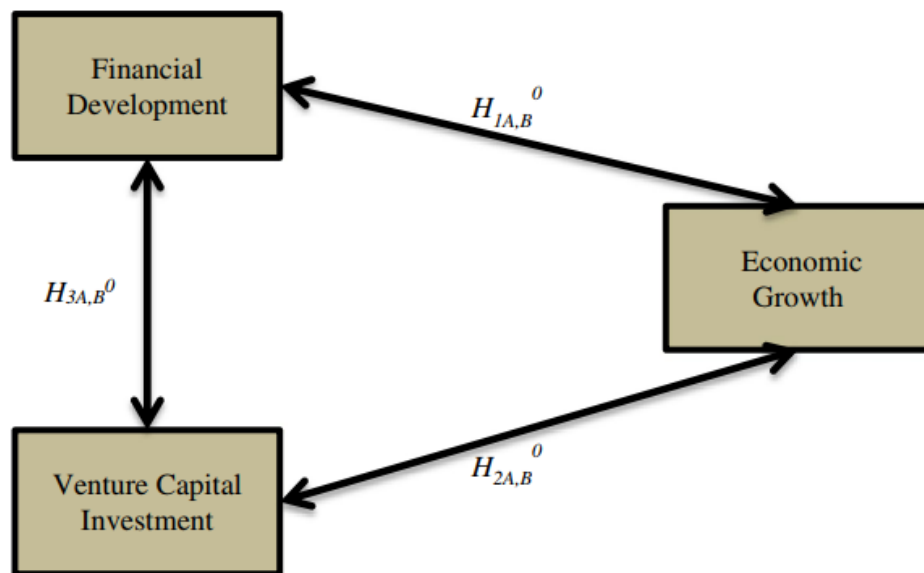
Além disso, conforme mencionado por Birch (1979, citado por Link; Scott, 2013), pequenas empresas, muitas vezes representadas por *startups*, foram responsáveis por uma grande parte dos novos empregos líquidos nos EUA durante o período estudado, sugerindo que essas empresas são fundamentais para o crescimento econômico de longo prazo, ideia que também vai ao encontro do que fora abordado pelos autores Aghion, Antonin e Bunel (2021) em sua pesquisa. Ao criar empregos, fomentar a inovação e aumentar a competitividade, as *startups* desempenham um papel essencial no aumento da produtividade total dos fatores (PTF), uma das medidas para o avanço tecnológico (Link; Scott, 2013; Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016).

À medida que *startups* crescem e se desenvolvem, elas contribuem tanto para a produtividade setorial (*clusters*) quanto para o desenvolvimento econômico mais amplo, especialmente em cenários de recuperação econômica ou desaceleração da produtividade (Link; Scott, 2013). Assim, a partir de meados da década de 1970, políticas econômicas começaram a focar em pequenas empresas e no empreendedorismo de alto crescimento devido às mudanças na

economia mundial, como o aumento da competição global e a redução das economias de escala, que abriram espaço para a atuação das pequenas empresas empreendedoras (Link; Scott, 2013).

O mercado de *Venture Capital* (VC) desempenhou um papel crucial nesse movimento, apoiando *startups* com alto potencial de crescimento e contribuindo para o aumento da riqueza dos países por meio do empreendedorismo inovador (Pradhan et al., 2017). Segundo Pradhan et al. (2017), o crescimento do mercado de capital de risco permitiu que empreendimentos inovadores e arriscados se transformassem em riqueza econômica, acelerando o domínio de tecnologias de ponta e promovendo o desenvolvimento econômico por meio do aumento da produtividade.

Figura 13 – Impacto econômico do VC



Fonte: Pradhan et al. (2017, p. 318)

O estudo de Pradhan et al. (2017) diferencia-se ao analisar a relação macroeconômica entre o VC e indicadores socioeconômicos, enquanto a maioria dos estudos anteriores se concentravam nas empresas. Portanto, os autores concluem que *startups* apoiadas por VC tendem a realizar mais inovações radicais, e que políticas públicas voltadas para o aumento da capacidade

produtiva inovadora seriam necessárias para sustentar esse crescimento (Figura 13).

Adicionalmente, um estudo de Samila e Sorenson (2011, citado por Pradhan et al., 2017) demonstrou que dobrar o financiamento de VC em áreas metropolitanas dos EUA resultou em um aumento no número de *startups* (0,48% a 2,21%), na geração de empregos (0,22% a 1,24%) e na elevação da renda (0,48% a 3,78%). Isso reforça a importância do capital de risco no fomento ao crescimento econômico.

Desta feita, são nos estágios iniciais das “*technology-driven industries*” (Hottenrott; Richstein, 2020, p. 2) que os serviços de financiamento não estão tão bem desenvolvidos quanto no estágio mais avançado de maturidade dessas indústrias, o que necessitaria de um incremento adicional de capital (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024).

Sendo assim, em um estudo mais recente publicado no *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, Becsky-Nagy e Fazekas (2024) buscaram examinar, no mercado húngaro, se o *public venture capital* (PVC) proveniente das intervenções estatais contribuíram para o desenvolvimento econômico local. Os autores afirmam que o aumento da inovação na região do leste europeu, por intermédio do PVC, vem sendo impulsionado pelo governo, por meio das agências estatais (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024).

A despeito de não ser um substituto, no longo prazo do capital de risco privado, o *Public Venture Capital*, se mostra como um aliado poderoso nos estágios iniciais da criação das *startups*, principalmente em países emergentes, como o caso da Hungria, contribuindo como um catalisador do processo de inovação (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024).

Estudando mais profundamente o caso húngaro, os investimentos em *public venture capital*, visaram, a partir de 2012, financiar projetos estratégicos para o país, por meio das empresas com alto potencial de crescimento, com foco nas fases iniciais (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024).

Nesses casos, a Agência de Fomento do País, responsável por esses financiamentos de risco, *Széchenyi Capital Fund* (SCF), permitiu as empresas financiadas recomprar as ações após seu estabelecimento no mercado, sugerindo uma dinâmica semelhante ao que ocorre no mercado privado, tornando-se mais um atrativo para as *startups* (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024). Os autores concluíram que antes do aumento da participação do *public venture capital* a Hungria apresentava pouca atividade no mercado privado de *venture capital*, culminando na baixa inovação e baixos índices de produtividade (Becsky-Nagy; Fazekas, 2024)

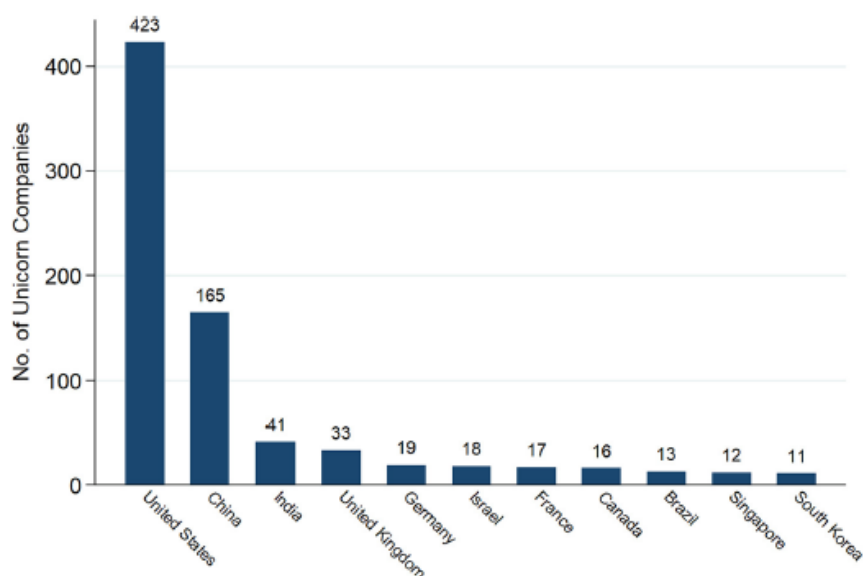
Já na China, o mercado de *Venture Capital* experimentou um crescimento exponencial, tornando-se o segundo maior mercado de VC do mundo. Entre 2011 e 2021, o número de *startups* conhecidas como “unicórnios⁵” aumentou significativamente, colocando a China em segundo lugar mundial (fig. 14), com cerca de 165 unicórnios, logo atrás dos Estados Unidos, que possui aproximadamente 423 unicórnios (Chen, 2023).

Este rápido crescimento foi impulsionado por mudanças nas políticas regulatórias, dentro do mercado chinês, e pelo apoio governamental ao empreendedorismo tecnológico. Um dos fatores centrais foi a criação de novos mecanismos de saída para investimentos de risco, como a expansão dos mercados de IPO's, facilitando o acesso das *startups* ao capital público (Chen, 2023).

No entanto, a influência do *Public Venture Capital* (PVC) é amplamente debatida. Yanfei et al. (2022) identificaram que, embora o PVC desempenhe um papel importante no financiamento de empresas inovadoras, sua eficiência é menor do que a do *Independent Venture Capital* (IVC) e do *Private Venture Capital* (VC).

⁵ Empresas privadas de base tecnológica avaliadas em 1 bilhão de dólares ou mais.

Figura 14 – Número de “Unicórnios” por países (2021)



Fonte: Chen (2023, p. 2)

O estudo destaca que o PVC tem limitações na avaliação de projetos de alto risco e na gestão de investimentos, o que o torna menos eficaz na promoção de inovações disruptivas, algo que em tese seria realizado pelo incremento das *startups* (Howell, 2017; Chiappini et al., 2022). De fato, o PVC mostrou-se mais eficaz quando combinado com o VC, criando uma relação complementar que reduz os riscos e aumenta a eficiência dos investimentos em P&D e no empreendedorismo (Yanfei et al., 2022).

Os desafios relacionados ao financiamento governamental também estão presentes no contexto chinês. A incapacidade dos órgãos governamentais de avaliarem adequadamente o valor dos projetos de inovação e a falta de expertise em gestão de risco são obstáculos para o sucesso de investimentos em *startups*. O PVC, ao focar em objetivos de longo prazo e benefícios sociais, tende a ser menos eficaz do que o capital privado em promover inovações com retorno econômico mais rápido (Yanfei et al., 2022).

Dentro do contexto alemão, o impacto do VC na Alemanha apresenta características distintas. Segundo Hottenrott e Richstein (2020), o financiamento

de *startups* alemãs por meio de VC resultou em um crescimento significativo nas receitas dessas empresas, mas seu efeito sobre a inovação tecnológica foi mais limitado.

O capital de risco na Alemanha foi mais utilizado para otimizar tecnologias existentes ou maduras – tema comentado no relatório da *European Commission* (2024) – e expandir a participação de mercado, ao invés de promover o desenvolvimento de novas tecnologias radicais (Hottenrott; Richstein, 2020). Essa tendência reflete uma aversão ao risco por parte dos investidores, o que pode limitar o desenvolvimento de inovações mais disruptivas por parte das *startups*.

Na China, apesar dos desafios, o VC continua a ser uma força motriz no crescimento de *startups* de alta tecnologia. O apoio governamental por meio de subsídios e financiamento direcionado tem ajudado a criar um ambiente favorável para o surgimento de empresas inovadoras. No entanto, Yanfei et al. (2022) alertam para o fato de que o PVC deve ser melhor estruturado para garantir que continue a complementar o VC de maneira eficaz, maximizando os impactos positivos sobre a produtividade e inovação.

Adicionalmente, Yanfei et al. (2022) afirmam, em suas considerações finais, que o capital de risco governamental contribui para que as empresas atraiam mais investimentos, além de estabelecer uma plataforma e um ambiente propício para apoiar e implementar o IVC e VC, atuando como um fator essencial para impulsionar a inovação nas indústrias de alta tecnologia.

Desta feita, na China, o PVC e o VC têm desempenhado papéis complementares no apoio às *startups* de alta tecnologia (Yanfei et al., 2022; Chen, 2023), enquanto na Alemanha, o capital de risco tem sido mais focado na expansão de tecnologias existentes, com um impacto limitado sobre inovações disruptivas (Hottenrott; Richstein, 2020).

Já no artigo *Public Funding of Innovation: Exploring Applications and Allocations of the European SME Instrument*, Mina et al. (2021) analisam a eficácia do *SME Instrument*, um programa da Comissão Europeia projetado para apoiar

Pequenas e Médias Empresas (SME's, sigla em inglês) com alto potencial de crescimento e inovação. Os autores investigam as características das empresas que se candidatam ao programa e as que são bem-sucedidas em obter financiamento, além de explorar os fatores que influenciam essa alocação de recursos.

A principal análise dos autores foca nos impactos dos subsídios sobre as restrições financeiras enfrentadas por SME's inovadoras. O estudo confirma que o SME *Instrument* tem sido eficaz em atrair empresas com elevado potencial de crescimento e que a concessão de patentes e o recebimento prévio de financiamento de *venture capital* são fortes preditores de sucesso na obtenção dos fundos (Mina et al., 2021).

Esses fatores funcionam como sinais de qualidade, confirmando a teoria do sinal que postula que certos indicadores, como patentes, ajudam a reduzir as assimetrias de informação entre as empresas e os financiadores (Mina et al., 2021), resultando em um efeito de certificação (Chiappini et al, 2022). O artigo destaca que as empresas inovadoras frequentemente enfrentam maiores restrições financeiras, especialmente aquelas engajadas em P&D de alta tecnologia, e que programas como o SME *Instrument* são fundamentais para mitigar essas limitações (Mina et al., 2021).

No entanto, os autores observam que apenas uma fração das empresas selecionadas para o SME *Instrument* recebe financiamento, devido à alta competitividade do programa, com taxas de sucesso em torno de 8,4% na Fase I e 5,5% na Fase II (Mina et al., 2021). Tal comportamento ressalta a necessidade de uma maior seletividade na alocação de recursos públicos para maximizar o impacto econômico e a eficiência do programa (Mina et al., 2021).

Além disso, os autores sugerem que o programa deveria focar ainda mais em empresas com um forte potencial de crescimento e inovação, minimizando o risco de perdas de eficiência associadas ao financiamento indiscriminado de SME's (Mina et al., 2021).

Por outro lado, no artigo *Are Public Subsidies Effective for University Spinoffs? Evidence from SBIR Awards in the University of California System*, Fini et al. (2023) investigam a eficácia dos subsídios públicos, especialmente as premiações – *public venture capital* - do *Small Business Innovation Research* (SBIR), em *spinoffs* universitárias. Utilizando dados de 531 *spinoffs* da Universidade da Califórnia, o estudo analisa se os subsídios do SBIR influenciam o sucesso dessas empresas em obter financiamento de *venture capital* (VC) e melhorar seu desempenho comercial.

Portanto, *Spinoffs* em setores como biotecnologia e energia apresentam efeito positivo, facilitando a captação de *venture capital* e levando a melhores resultados em termos de vendas e IPOs. Isso indica que, em setores com maior incerteza tecnológica, os subsídios podem atuar de forma mais eficaz, ajudando a reduzir o risco tecnológico e tornando as empresas mais atraentes para investidores privados (Fini et al., 2023).

A principal conclusão dos autores é que a eficácia dos subsídios públicos como o SBIR depende do setor de atuação das *spinoffs* e do equilíbrio entre a incerteza de mercado e a incerteza tecnológica enfrentada pelas empresas. O estudo sugere que políticas públicas voltadas para a inovação devem levar em consideração as características específicas dos setores industriais para maximizar a eficácia dos subsídios na promoção do desenvolvimento e da comercialização de novas tecnologias (Fini et al., 2023), assunto debatido por Malerba (2004) e pelos autores Estrin, Korosteleva e Mickiewicz (2022), Araki, Benett e Wagner (2024), Lucena-Piquero e Vicente (2019), todos referenciados anteriormente.

Portanto, o sucesso do VC em promover a produtividade e a inovação depende, em última análise, da capacidade dos financiadores de equilibrar o risco e os retornos, assim como da implementação de políticas públicas eficazes para apoiar o ecossistema de *startups*, principalmente o desenvolvimento dos *clusters* de inovação (Hottenrott; Richstein, 2020; Yanfei et al., 2022; Chen, 2023).

2.3. A Conexão Essencial: Construindo Pontes entre Ideias Disruptivas e Capital de Risco – Um exemplo do contexto norte-americano

Talvez a política pública de investimentos em *startups* de alto crescimento mais estudada no mundo seja o *Small Business Innovation Research* (SBIR).

Diversos autores (Link; Scott, 2013; Cumming; Li, 2013; Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016; Howell, 2017; Hottenrott; Richstein, 2020; Mina et al., 2021; Chiappini et al., 2022; Fini et al., 2023) estudaram recentemente o programa e seu impacto econômico no contexto norte-americano, sob diferentes lentes.

O programa *Small Business Innovation Research* (SBIR) é uma iniciativa de parceria público-privada que tem como objetivo fornecer subsídios de pesquisa para financiar projetos de P&D desenvolvidos pelo setor privado (Link; Scott, 2013). Esses subsídios foram estabelecidos com a finalidade de promover o desenvolvimento de tecnologias no setor privado, bem como complementar as necessidades de pesquisa federal (Tibbetts, 1999, citado por Link; Scott, 2013).

Um programa governamental nesse sentido teria o potencial de reduzir o chamado *funding gap*, termo que representa a falha de mercado relacionada ao financiamento de *startups* com alto potencial de crescimento (Alperovycha, Groha e Quas, 2020). Em cenários em que o capital privado não é suficiente para atender às necessidades de financiamento de empresas jovens e inovadoras (YICs, sigla em inglês), políticas públicas podem ser implementadas para facilitar o acesso desses empreendimentos a recursos financeiros. Muitos governos adotam essa abordagem, embora a eficácia dessas iniciativas varie significativamente (Alperovycha, Groha e Quas, 2020). O sucesso das políticas de GVC, portanto, depende substancialmente de seu design, que se ajusta aos diferentes contextos e períodos de implementação (Alperovycha, Groha e Quas, 2020). Assim, os *Publics Venture Capital* têm como objetivo tornar as YICs mais atraentes ao capital privado, ao mesmo tempo que promovem o incremento da produtividade e incentivam a inovação (Alperovycha, Groha e Quas, 2020).

Além disso, durante os anos 1980, o avanço industrial do Japão em setores historicamente liderados por empresas americanas — como o de automóveis, aço e semicondutores — gerou sérias inquietações sobre a competitividade dos Estados Unidos. Uma das principais preocupações era a percepção de que a indústria americana não estava conseguindo "transformar sua excelência em pesquisa em vantagens comerciais". Embora os EUA fossem líderes em pesquisa básica, grande parte financiada pelo governo federal, havia dificuldades significativas na aplicação desse conhecimento para o desenvolvimento de produtos e tecnologias inovadoras (*National Research Council*, 2014).

Paralelamente, surgiram novas evidências que apontavam as pequenas empresas como uma fonte cada vez mais relevante de inovação e geração de empregos. Essas descobertas reforçaram as recomendações feitas por comissões federais desde a década de 1960, que defendiam que o financiamento federal de P&D deveria direcionar mais recursos para pequenas empresas inovadoras (*startups*), embora essa proposta tenha enfrentado resistência por parte dos beneficiários tradicionais dos fundos de P&D governamentais (*National Research Council*, 2014).

O apoio financeiro em fases iniciais para tecnologias de alto risco, mas com potencial comercial, foi inicialmente sugerido por Roland Tibbetts, da *National Science Foundation* (NSF). Em 1976, Tibbetts propôs destinar parte dos recursos da NSF para pequenas empresas tecnológicas inovadoras. A NSF foi a primeira a adotar essa ideia, e, após uma fase de análise e discussões, a administração Reagan endossou a ampliação dessa iniciativa em todo o governo federal (*National Research Council*, 2014).

Desta feita, o programa teve sua origem em 1977, como um protótipo desenvolvido pela *National Science Foundation* (NSF), e visava estimular a participação de pequenas empresas em pesquisas patrocinadas pela NSF, com foco especial no potencial comercial dessas inovações. A importância crescente dessas pequenas empresas para a inovação e geração de empregos levou à

institucionalização do SBIR em 1982, por meio do *Small Business Innovation Development Act* (*Public Law 97–219*, citado por Link; Scott, 2013).

Os objetivos fundamentais do SBIR, conforme estabelecidos na legislação de 1982, incluem: incentivar a inovação tecnológica; utilizar pequenas empresas para atender às necessidades federais de pesquisa e desenvolvimento; promover a participação de minorias e grupos desfavorecidos na inovação tecnológica; e aumentar a comercialização de inovações tecnológicas resultantes da P&D financiada pelo governo (*Public Law 97–219*, citado por Link; Scott, 2013).

Desde sua criação, o programa passou por várias reautorizações e modificações, que ampliaram os valores dos subsídios e o percentual de recursos alocados. A reautorização de 2011, por meio do *National Defense Authorization Act* de 2012, trouxe algumas mudanças significativas, como a permissão para que empresas controladas por firmas de capital de risco e fundos de investimento participassem do programa, o que gerou debates sobre o impacto dessa alteração (*Public Law 112–81*, citador por Link; Scott, 2013).

Atualmente, o SBIR conta com a participação de onze agências federais, sendo o Departamento de Defesa (DoD, sigla em inglês) a principal fonte de financiamento, seguido por outras grandes agências, como o Departamento de Saúde e Serviços Humanos (HHS, sigla em inglês), NASA, Departamento de Energia (DOE, sigla em inglês) e NSF, que respondem por quase 97% dos recursos do programa (Link; Scott, 2013).

Howell (2017) afirmou em seu trabalho que o subsidio governamental para novas empresas teriam como foco o estímulo a inovação. Para tal, a autora afirma que o programa americano SBIR é o ponto focal desse processo, considerando que permitiria às empresas *startups* financiarem seu processo no estágio inicial de desenvolvimento, por meio do *public venture capital* (Howell, 2017).

O programa é uma referência mundial para subsídios direcionados a novas empresas de alta tecnologia. Sua estrutura divide-se em duas fases principais: a Fase 1, que oferece subsídios de US\$ 150 mil para comprovação de conceito

durante nove meses, e a Fase 2, com subsídios de até US\$ 1 milhão para demonstrações em estágio avançado. Esse apoio financeiro visa reduzir os custos de financiamento externo e permitir que as empresas testem e comprovem a viabilidade de suas inovações tecnológicas (Howell, 2017).

Na Fase 1 do SBIR, empresas devem demonstrar progresso no projeto apoiado para se qualificar à Fase 2. Entretanto, a elegibilidade para a Fase 2 também depende de outros fatores, como a composição acionária da empresa, sendo necessário que menos de 50% da empresa seja detida por investidores externos. Não há exigência de compartilhamento de custos privados e o governo não detém participação nas patentes resultantes dos projetos. As competições por esses subsídios são organizadas em setores tecnológicos específicos, e os critérios de avaliação envolvem a abordagem científica, a viabilidade econômica e o impacto de comercialização das inovações propostas (Howell, 2017).

Além disso, a pesquisa de Howell (2017) revela que a concessão de subsídios na Fase 1 tem efeitos significativos no aumento das chances de as empresas obterem investimentos de capital de risco provenientes do setor privado (*venture capital*), sendo mais perceptíveis em empresas que enfrentam maiores restrições financeiras (Howell, 2017).

Tal aumento, decorre da influência do "efeito de certificação", conforme descrito por Fini et al. (2023), caracterizado pela seleção, por parte da Agência do prêmio SBIR, de projetos considerados viáveis economicamente e com alto potencial de comercialização. Esse processo atua como um sinal de credibilidade para investidores privados, facilitando a atração de recursos e diminuindo as assimetrias de informação.

A Fase 1 do SBIR quase dobra a probabilidade de que uma empresa receba financiamento de capital de risco posteriormente, além de aumentar consideravelmente o número de patentes e o volume de receita dessas empresas. Por outro lado, a Fase 2 não apresenta impactos tão expressivos, sugerindo que os subsídios da Fase 1 são mais eficazes na fase de prototipagem e na atração de investidores privados (Howell, 2017).

Portanto, percebe-se que assim como os demais autores estudados, o estudo de Howell (2017) sugere que o SBIR alcança melhores resultados ao redistribuir recursos de subsídios maiores e em estágios avançados para um número maior de subsídios menores, em fases iniciais, e ao priorizar empresas jovens e candidatas pela primeira vez. Isso poderia potencialmente maximizar o impacto do programa sobre o aumento de inovações patenteadas e sobre a atração de capital de risco para novas empresas tecnológicas (Howell, 2017).

De igual modo, o *National Research Council* (2009) baseou seu estudo sobre o programa SBIR (*Small Business Innovation Research*) em duas premissas fundamentais. A primeira delas foi focada nos objetivos sociais definidos pelo Congresso Nacional dos EUA ao aprovar o programa. Esses objetivos incluíam: estimular a inovação tecnológica, incrementar a inovação no setor privado, utilizar *startups* para desenvolver produtos que atendessem às necessidades das agências patrocinadoras e aumentar a participação de indivíduos tradicionalmente em desvantagem no processo de desenvolvimento de inovações, corrigindo assim falhas de mercado, aumentando por sua vez a produtividade americana.

A segunda premissa do estudo foi verificar se os patrocinadores do SBIR poderiam ser mais eficientes na aplicação de seus recursos e se haveria potencial para a implementação de *benchmarking* entre as diferentes agências, visando a adoção das melhores práticas de gestão (*National Research Council*, 2009).

Conforme abordado, o principal patrocinador do SBIR é o Departamento de Defesa dos EUA (DoD, sigla em inglês), que responde por quase 52% do orçamento do programa. De acordo com o *National Research Council* (2009), as inovações geradas pelo SBIR tiveram um impacto significativo na capacidade do DoD de cumprir sua missão.

As inovações proporcionadas pelo programa contribuíram para que os EUA dominassem tecnologias militares de ponta, reduzissem os custos operacionais de logística e fornecessem novas capacidades em um período relativamente curto. Além disso, o SBIR permitiu que novas soluções tecnológicas fossem testadas com baixo risco e proporcionou o surgimento de novos fornecedores, o

que melhorou a qualidade e a eficiência das operações do DoD (*National Research Council*, 2009).

Além de contribuir diretamente para a missão do Departamento de Defesa, o programa SBIR também teve um grande impacto do ponto de vista de custo-benefício socioeconômico, um fator importante para um investimento estatal. O relatório do *National Research Council* (2009) destaca que o SBIR, gerenciado pelo DoD, promoveu a entrada de novos players no mercado, apoiou a criação de empresas inovadoras, facilitou a pesquisa acadêmica em áreas relacionadas à defesa, engajou a chamada tripla hélice (colaboração entre governo, academia e empresas), aumentou a sobrevivência de *startups* e ofereceu um efeito de certificação – debatido por Howell (2017) e Fini et al. (2023) - que facilitou o acesso dessas empresas ao mercado, aumentando a produtividade no contexto geral.

Outro benefício importante proporcionado pelo SBIR foi o aumento da geração de conhecimento e capital intelectual, evidenciado por publicações acadêmicas e registros de patentes. De acordo com o relatório, 35% dos projetos apoiados resultaram em patentes, o que contribuiu para o transbordamento de conhecimento em *clusters* regionais de inovação (*National Research Council*, 2009).

O impacto econômico do programa também é evidenciado em um relatório de 2014 elaborado pela Força Aérea Americana sobre os programas SBIR e *Small Business Technology Transfer* (SBTT). O relatório afirma que, entre 2000 e 2013, a Força Aérea investiu cerca de 4 bilhões de dólares em 4.524 empresas. Destas, 58% dos contratos resultaram em vendas de novos produtos e serviços, com um montante de 14,7 bilhões de dólares em vendas, dos quais 4,4 bilhões foram exclusivamente para o setor militar (Tabela 3). Além disso, o programa registrou um *crowding-in* de 1,9 bilhões de dólares em forma de *venture capital* proveniente do setor privado (*National Research Council*, 2014).

Tabela 3 – Vendas provenientes do programa de financiamento da USAF

Categoria de Vendas	Total de vendas em milhões de dólares	Percentual do total de vendas
Venda de produtos ou serviços comerciais	\$6.329	43
Vendas de produtos ou serviços militares	\$4.386	30
Contratos direcionados à P&D	\$3.545	24
<i>Royalties</i> provenientes das licenças	\$60	0,5
Vendas das Licenças	\$268	2
Vendas provenientes das <i>Spin-out Companies</i>	\$104	0,5
TOTAL	\$14.692	100

Fonte: *National Economics Impacts from the Air Force SBIR/STTR Program 2000-2013*

Portanto, o programa SBIR, estabelecido em 1982, gerou inúmeros benefícios para a economia americana, conforme relatado por diversos pesquisadores e pelo próprio *National Research Council*. Ele tem sido um pilar no desenvolvimento de inovações de ponta e no suporte ao crescimento de *startups*, impulsionando o avanço tecnológico e fortalecendo a competitividade e produtividade dos EUA em diversos setores estratégicos.

Diante do tema discutido, podemos observar que a literatura aponta que o *Venture Capital* proveniente do setor público, em especial o SBIR, tem como objetivo central promover a inovação radical por meio de *startups* de alta tecnologia, tema bastante debatido ao longo da pesquisa. Além disso, essa forma de financiamento também desempenha um papel fundamental no aumento da produtividade total dos fatores (PTF) em nível nacional, contribuindo para a geração de empregos, o desenvolvimento de patentes e o aumento da renda dentro de seus respectivos *clusters* de inovação.

2.4. Céus de Oportunidades: AFVentures⁶ e a USAF

Criada em 2017, a AFWERX é responsável, dentro do Departamento da Força Aérea Americana (USAF, sigla em inglês), pela inovação da Base Industrial de Defesa, voltada tanto para a USAF quanto para a *Space Force*, além de gerir o programa SBIR/STTR no contexto desse órgão.

A AFWERX administra os recursos provenientes do programa SBIR/STTR por meio de três subprogramas da AFVentures: *Open Topic*, *Specific Topic* e STRATFI/TACFI. No caso do *Open Topic*, as empresas candidatas devem focar no uso de tecnologias duais, ou seja, aquelas que podem ser utilizadas tanto no contexto da Força Aérea quanto no setor civil. Esse programa permite que as empresas apresentem soluções inovadoras, mesmo que ainda não tenham sido solicitadas pela USAF ou pela *Space Force*.

Já o *Specific Topic* busca soluções específicas para problemas da USAF, diferentemente do *Open Topic*, que é mais aberto. Por meio do uso de *public venture capital*, a USAF procura *startups* com elevado potencial de crescimento, alinhadas à sua missão institucional. Assim como no programa SBIR, a Força Aérea Americana utiliza três critérios principais para selecionar as melhores propostas: potencial de comercialização, necessidades inerentes à defesa e, especialmente, o mérito tecnológico.

Os programas *Strategic Funding Increase* (STRATFI) e *Tactical Funding Increase* (TACFI), específicos da Força Aérea, têm como objetivo fornecer recursos adicionais à fase II do programa SBIR. Esses recursos visam reduzir os riscos associados às atividades aeroespaciais, ajudando *startups* a superar o chamado "vale da morte", que, como vimos, é o estágio crítico entre o desenvolvimento de protótipos e a comercialização.

⁶ O desenvolvimento desta seção levou em consideração as informações obtidas no sítio eletrônico [20231002_AFWERX_AFVenturesProgramOverviewOnePage.pdf](https://afwerx.com/wp-content/uploads/AFWERX_2023-Annual-Report-Final_CLEARED_AFRL-2024-4054_WEB-1-1.pdf), e https://afwerx.com/wp-content/uploads/AFWERX_2023-Annual-Report-Final_CLEARED_AFRL-2024-4054_WEB-1-1.pdf acesso em 18 SET 2024.

O AFWERX também utiliza os recursos do SBIR/STTR no programa AFVentures, que busca modernizar a base industrial de defesa americana por meio de tecnologias na "fronteira do conhecimento" e do uso intensivo de tecnologias duais. Além disso, o AFVentures promove a integração entre mão de obra altamente qualificada (engenheiros e operadores) do governo, *startups*, investidores e universidades, formando um ecossistema empreendedor e colaborativo. Esse programa, vinculado ao *Department Air Force* (DAF), visa remover barreiras de entrada para essas empresas, além de garantir os fundos necessários para o desenvolvimento de protótipos que aumentem as capacidades logísticas da USAF e da *Space Force*.

O programa AFWERX foi amplamente estudado por Sandor (2021), em sua dissertação de mestrado apresentada ao *Air Force Institute of Technology* (AFIT). Segundo Sandor (2021), o objetivo do programa é acelerar o longo período de aquisição de equipamentos e tecnologias (*lead time*) oriundos do setor privado, além de prover à USAF e à *Space Force* inovações tecnológicas de ponta.

Ainda de acordo com Sandor (2021), o AFWERX possui escritórios estrategicamente localizados nos Estados Unidos para fomentar o desenvolvimento econômico dos *clusters* tecnológicos e entregar ao Departamento da Força Aérea produtos e tecnologias inovadoras. Isso está em consonância com o pensamento de autores citados anteriormente, pois melhora significativamente a eficiência dos investimentos desse tipo.

Por meio dessa simbiose, a USAF tem obtido rapidamente tecnologias avançadas e disruptivas, garantindo não apenas o cumprimento de sua missão institucional, mas também mantendo sua competitividade em um mundo em constante transformação (Sandor, 2021).

Segundo Sandor (2021), o programa é sustentado por quatro pilares principais: organizar, priorizar, integrar e investir. A organização refere-se à estruturação interna, com processos e governança bem definidos. A priorização está relacionada à seleção dos melhores projetos para o DAF, com base no custo-benefício. A integração visa promover comunicações eficientes, tanto internas

quanto externas, para facilitar a colaboração e o compartilhamento de recursos entre os diversos atores. Por fim, o investimento está focado no suporte às *startups*, garantindo o cumprimento da missão da melhor forma possível.

Do ponto de vista do Sistema Setorial de Inovação (SSI), Sandor (2021), em alinhamento com Lucena-Piquero e Vicente (2019), afirma que os *clusters* tecnológicos tendem a se especializar em áreas específicas, como a aeroespacial, com foco na interdependência entre seus membros, mesmo quando desenvolvem tecnologias distintas.

Outro ponto destacado por Sandor (2021) são os benefícios gerados pela interdependência entre governo, indústria e academia. O autor observa que os efeitos multiplicadores estão relacionados ao aprendizado e aos investimentos realizados no sistema como um todo, o que permite ao DAF direcionar seu *venture capital* para nichos tecnológicos específicos, impulsionando a inovação no Departamento da Força Aérea, bem como contribuindo para o aumento da produtividade dos Estados Unidos.

Portanto, a motivação central para a elaboração desta dissertação se encontra na análise aprofundada do papel do capital de risco público, particularmente no contexto do programa SBIR, e seu potencial impacto sobre o crescimento econômico, medido pelo índice de produtividade total dos fatores (PTF). Como vimos o SBIR representa uma iniciativa estratégica do governo dos Estados Unidos para superar uma das maiores dificuldades enfrentadas por pequenas empresas de base tecnológica: o “vale da morte” — a fase crítica onde muitas inovações falham em se converter em aplicações práticas e lucrativas. Esse conceito é particularmente relevante em economias orientadas para a inovação, onde o sucesso de novos negócios está ligado não só à criação de produtos, mas também à capacidade de escalar e amadurecer tecnologias emergentes que possam impactar setores estratégicos, como é o caso da defesa e segurança.

O SBIR, portanto, atua para preencher a lacuna de financiamento que *startups* frequentemente enfrentam, utilizando um modelo de investimento

progressivo, em que os aportes iniciais de recursos aumentam conforme a tecnologia avança, permitindo que as empresas passem da prototipagem para operações em escala. Essa abordagem não só viabiliza o amadurecimento de tecnologias promissoras como também diminui as barreiras de entrada para pequenas empresas, no qual a inovação pode enfrentar obstáculos relacionados tanto à alta especialização técnica quanto à necessidade de confidencialidade.

Sendo assim, a expansão do programa SBIR é um aspecto-chave do AFWERX 2.0, por exemplo. Desde sua implementação, o AFVentures acelerou o processo de concessão de contratos, ampliando significativamente o alcance de pequenas empresas no portfólio do Departamento da Força Aérea Americana e demonstrando um aumento expressivo na velocidade e no volume das concessões. Ao inserir novas empresas a uma taxa de 3,2 vezes superior ao período anterior ao AFWERX 2.0, o programa atraiu maior atenção de usuários finais e clientes governamentais, gerando um fluxo constante de contratos de acompanhamento, além do SBIR, e incentivando o crescimento de um ecossistema mais robusto de inovação.

Dessa forma, o capital de risco público não apenas facilita a criação de tecnologias disruptivas, mas também estimula o crescimento econômico e a competitividade de longo prazo dos países que o implementam.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é investigar, em uma análise macroeconômica, o impacto do SBIR (*public venture capital*) na produtividade total dos fatores (PTF), um dos indicadores do progresso tecnológico e crescimento econômico de longo prazo, conforme abordado pelos autores Richardson, Audretsch e Aldridge (2016). A literatura já sugere que os investimentos em P&D e capital humano são insumos fundamentais para gerar alta produção inovadora (Richardson; Audretsch; Aldridge, 2016), sendo esses fatores críticos para medir o impacto dos programas de capital de risco público no ambiente empresarial e no desenvolvimento de novas tecnologias.

Nessa linha, desenvolver medidas precisas que reflitam os investimentos em conhecimento e inovação por parte das empresas é um desafio, mas as

despesas em P&D e o investimento no empreendedorismo são amplamente reconhecidos como indicadores chave. Este estudo procura, portanto, compreender se o *public venture capital* contribui para elevar a produtividade e fomentar um ambiente de crescimento sustentável, oferecendo subsídios para o desenho de políticas mais eficazes e voltadas ao desenvolvimento econômico de longo prazo.

Capítulo 3

Métodos e Procedimentos de Pesquisa

Nesta dissertação identificamos diversas maneiras pelas quais as políticas públicas atuam para promover a inovação, com ênfase no *Public Venture Capital*, como exemplificado pelo programa americano SBIR. Em complemento, o objetivo é verificar se, de fato, os investimentos do SBIR em *startups* tecnológicas nos Estados Unidos têm a capacidade de melhorar, a longo prazo, os índices de Produtividade Total dos Fatores (PTF) nos estados americanos.

Destaca-se, assim, um dos componentes dos métodos e procedimentos desta pesquisa: Produtividade Total dos Fatores (PTF). Para a aplicação do PTF foram coletados dados diretamente do site oficial do programa SBIR⁷, com a seleção dos recursos investidos em empresas por meio das 11 agências governamentais que financiam atividades relacionadas a suas áreas de interesse, abrangendo o período de 1983 a 2023. Como veremos, nesse intervalo, 83.409 startups foram beneficiadas pelo SBIR, com a concessão de mais de 144.639 prêmios, totalizando um investimento de mais de US\$ 17,397 bilhões⁸.

3.1. Produtividade Total dos Fatores (PTF)

A Produtividade Total dos Fatores (PTF) é crucial para a análise de acontecimentos econômicos por dois motivos principais. Primeiro, o crescimento a longo prazo dos padrões de vida depende diretamente do aumento da PTF. Isso ocorre porque os padrões de vida são medidos pela renda per capita, e simplesmente aumentar a força de trabalho não resulta em uma melhoria proporcional dos padrões de vida (Zymek, 2024). Em complemento, economistas também demonstraram que os retornos sobre o investimento em capital diminuem à medida que esse investimento aumenta.

⁷ <https://legacy.www.sbir.gov/analytics-dashboard>, acesso em 18 de setembro de 2024.

⁸ Como o programa SBIR é executado de maneira descentralizada pelos estados americanos, os dados selecionados incluem todos os estados que receberam esses aportes, considerando as *startups* localizadas em suas jurisdições.

Assim, o crescimento da PTF é a única maneira de garantir um aumento sustentável da renda per capita, conforme demonstrado pelo laureado Nobel Robert Solow em sua famosa pesquisa de 1957 (Zymek, 2024). Além disso, o crescimento da PTF responde à preocupação de que o crescimento econômico contínuo possa esgotar os recursos naturais do planeta. Quando a PTF aumenta, é possível elevar ou manter os padrões de vida enquanto se preservam os recursos, incluindo o meio ambiente (Zymek, 2024).

A segunda razão para a importância da PTF é que ela ajuda a explicar as disparidades de renda entre diferentes países. Apesar das diferenças nas horas trabalhadas ou no acesso ao capital, grande parte dessas disparidades — em torno de 66%, segundo algumas estimativas — é resultado das diferenças de PTF entre os países. Portanto, para os formuladores de políticas, especialmente em economias em desenvolvimento, a principal questão é como reduzir a lacuna de PTF em relação às economias mais ricas (Zymek, 2024).

Aumentar a produção com menos insumos é uma questão complexa. O PTF é calculado como um "residual", o que significa que representa a parte da produção econômica que não pode ser explicada pelo uso de trabalho e capital, que são mais fáceis de medir. Assim, ele também reflete o que não sabemos sobre as causas da prosperidade de certos países em comparação com outros (Zymek, 2024).

Os economistas têm trabalhado para reduzir esse "residual" ao longo do tempo, identificando variáveis importantes associadas a um PTF mais elevado. A produtividade da força de trabalho é uma dessas variáveis: países onde os trabalhadores têm mais anos de educação e melhor treinamento tendem a ter PTF's mais altas. A alocação eficiente de recursos também é fundamental: quando os trabalhadores e o capital estão concentrados nas empresas mais produtivas, a economia como um todo se beneficia (Zymek, 2024).

Medidas tradicionais para impulsionar a PTF, como educação e redistribuição de recursos, podem não proporcionar grandes ganhos adicionais nas economias avançadas. Nessas economias, que já operam perto de sua

eficiência máxima, o crescimento da PTF dependerá de inovações tecnológicas, melhorias nos processos produtivos e maior variedade de produtos (Zymek, 2024).

Para continuar impulsionando a PTF, as economias avançadas devem evitar erros de política que limitem a competição de mercado ou que reintroduzam o protecionismo. Além disso, devem adotar políticas que aproveitem o potencial das novas tecnologias, como inteligência artificial e tecnologia verde, para aumentar a produtividade de forma sustentável (Zymek, 2024).

Desta feita, a PTF se torna uma medida importante para mensurar eficiência econômica, a qual pode capturar o crescimento econômico que não pode ser explicado apenas por aumentos no capital ou no trabalho, mas também por fatores como inovação e eficiência (Zymek, 2024).

3.2. Coleta de Dados

Para a coleta dos índices de PTF dos estados americanos, utilizamos os dados disponibilizados pelo *Bureau of Economic Analysis* (BEA)⁹. Especificamente, os dados foram extraídos da planilha BEA/BLS *Integrated Industry-Level Production Account for the United States*, com informações disponíveis de 1987 a 2021¹⁰. Para assegurar a consistência dos dados, utilizamos a aba intitulada *Integrated TFP Index*, que permite a comparação direta entre os prêmios do SBIR e os índices de produtividade nos estados americanos¹¹ durante o período mencionado.

Assim, os dados integrados de PTF foram comparados aos prêmios recebidos pelas *startups*, no período de 1987 a 2021, com o objetivo de avaliar se

⁹ <https://www.bea.gov/data/special-topics/integrated-industry-level-production-account-klems>, acesso em 18 de setembro de 2024.

¹⁰ Período escolhido com base na disponibilidade de dados (único período) no sítio eletrônico do BEA, quando da consulta realizada.

¹¹ Considerando que o SBIR tem sua execução descentralizada e com foco estritamente em *startups* inovadoras e tecnológicas

o *public venture capital* teve um impacto direto na produtividade dos estados americanos, *ceteris paribus*.

Para mensurar a relação entre o *Public Venture Capital* (SBIR) e o índice de produtividade (PTF) dos estados americanos, foram propostas as seguintes hipóteses:

Hipótese nula (H0): Não existe uma relação significativa entre o capital de risco público investido por meio do Programa SBIR (pvcinvested) e a produtividade total dos fatores (PTF).

Hipótese alternativa (H1): Existe uma relação significativa e positiva entre o capital de risco público investido por meio do Programa SBIR (pvcinvested) e a produtividade total dos fatores (PTF).

Essas hipóteses serão testadas com base na análise dos dados coletados, com o intuito de compreender o impacto do SBIR no desenvolvimento econômico e na produtividade dos estados americanos.

3.3. Modelo Econométrico

A estrutura dos dados econômicos coletados, portanto, é a de dados de séries no tempo, descrita por Wooldridge (2002), em seu livro “Introdução à Econometria: uma abordagem moderna”, a qual consiste em observações de uma ou mais variáveis durante um período de tempo. Na presente pesquisa a frequência de dados coletados foi anual, compreendendo período de 1983 a 2023, para os subsídios às *startups* ofertados pelo SBIR e de 1987 a 2021, para a variável dependente PTF dos estados americanos.

Outrossim, utilizou-se a regressão linear, posto ser uma técnica estatística usada para modelar a relação entre uma variável dependente (neste caso o índice de PTF dos estados americanos) e uma ou mais variáveis independentes (neste caso o *public venture capital* - SBIR). A ideia é ajustar uma linha reta que melhor descreva essa relação (Gujarati; Porter, 2008).

Foi utilizado também a técnica dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a qual é a abordagem mais comum usada para estimar os parâmetros dessa linha ou plano. Segundo Gujarati e Porter (2008), os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) é uma técnica estatística fundamental na regressão linear, sendo o método mais amplamente utilizado para estimar os parâmetros de uma equação de regressão. O princípio básico do MQO é minimizar a soma dos quadrados dos resíduos, ou seja, as diferenças entre os valores observados e os valores preditos pelo modelo de regressão (Gujarati; Porter, 2008).

No contexto de uma regressão linear simples, o objetivo é encontrar os valores dos parâmetros (intercepto e inclinação) de uma equação linear da forma:

$$\log(TFP_t) = \alpha + \beta \cdot \log(PVCInvested_t) + \varepsilon_t$$

Onde:

- “TFP_t” é a variável dependente - PTF dos estados americanos.
- “PVCInvested_t” é a variável independente - financiamento à *startups* - SBIR.
- α é o intercepto da reta (valor de TFP_t quando PVCInvested_t = 0).
- β é a inclinação da reta (taxa de variação de TFP_t para uma mudança em PVCInvested_t).
- ε_t é o termo de erro, que representa a diferença entre o valor observado e o valor predito.

O MQO minimiza a soma dos quadrados dos erros (resíduos) entre os valores preditos pela reta e os valores reais observados, ou seja, tenta minimizar a seguinte expressão:

$$S(\alpha, \beta) = \sum_{i=1}^n [\log(TFP_i) - (\alpha + \beta \cdot \log(PVCInvested_i))]^2$$

Aqui, $\log(TFP_i)$ são os valores observados da variável dependente e $\alpha + \beta \log(PVCInvested_i)$ são os valores preditos pela reta.

Sendo assim, para encontrar os valores ótimos de α e β , o método dos quadrados ordinários resolve um sistema de equações, derivando as equações normais. Os parâmetros estimados têm uma solução fechada, o que significa que podemos calcular diretamente os valores de α e β usando as seguintes fórmulas:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\log(\text{PVCInvested}_i) - \overline{\log(\text{PVCInvested})} \right) \left(\log(\text{TFP}_i) - \overline{\log(\text{TFP})} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\log(\text{PVCInvested}_i) - \overline{\log(\text{PVCInvested})} \right)^2}$$

$$\alpha = \overline{\log(\text{TFP})} - \beta \cdot \overline{\log(\text{PVCInvested})}$$

Para medir esse modelo matemático foi utilizado o *software* estatístico **Stata®**, versão 13.0, desenvolvido pela empresa StataCorp LLC, uma companhia americana especializada em *softwares* para análise estatística, econometria e gráficos.

Capítulo 4

Análise dos Resultados

4.1. Resultados Econométricos

O primeiro passo foi descrever as variáveis constantes na análise, utilizando para tal o comando “*describe*” no stata (Figura 15).

Figura 15 – Variáveis modelo

obs:	41			
vars:	8			18 Apr 2025 14:42
size:	1,230			
variable name	storage type	display format	value label	variable label
year	int	%8.0g		Year
numberpvc	int	%8.0g		Award Count
startups	int	%8.0g		number of firms
pvcinvested	double	%8.0g		Awarded Amount
tfp	float	%8.0g		TFP - estados americanos
log_tfp	float	%9.0g		
log_pvcinvested	float	%9.0g		
residuos	float	%9.0g		Residuals
Sorted by: year				
Note: dataset has changed since last saved				

Fonte: Autor (2025)

Para melhor compreensão dos valores e unidades de cada uma das variáveis, sumarizamos as variáveis, conforme Figura 16, visto que é usada para fornecer um resumo estatístico básico de uma ou mais variáveis. Ela exhibe informações como a média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de cada variável listada.

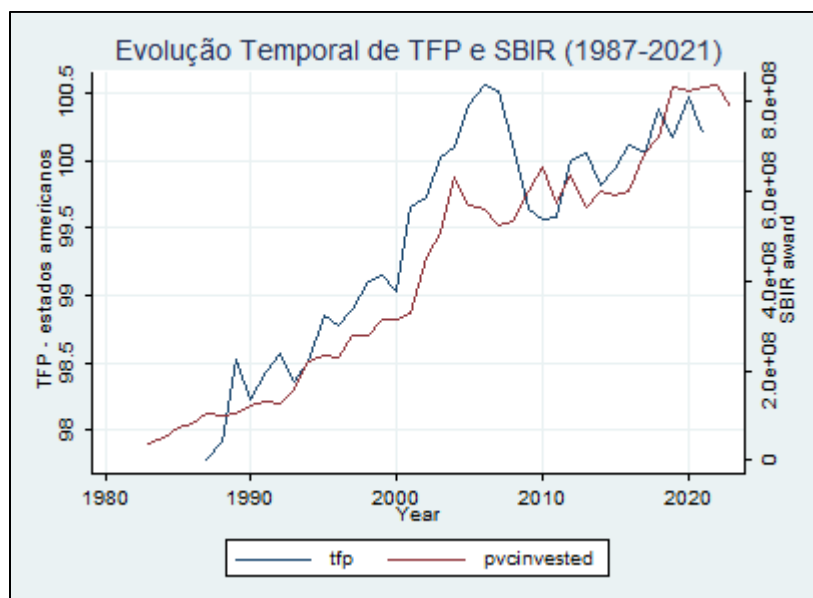
Por outro lado, a apresentação da evolução de uma série de dados temporal em um gráfico é crucial para identificar tendências, padrões sazonais ou cíclicos, detectar anomalias ou eventos significativos de forma clara e intuitiva. Desta feita, a Figura 17, demonstra a evolução destas duas variáveis.

Figura 16 – Resumo Estatístico das Variáveis do modelo

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
year	41	2003	11.97915	1983	2023
numberpvc	41	3527.78	1213.84	785	5543
startups	41	2034.366	645.0545	542	3029
pvcinvested	41	4.24e+08	2.60e+08	3.78e+07	8.38e+08
tfp	35	99.465	.8130994	97.776	100.568
log_tfp	35	4.599773	.0081907	4.582679	4.610834
log_pvcinv~d	41	19.5802	.8726303	17.44914	20.54663
residuos	35	1.97e-12	.0028924	-.0054318	.006531

Fonte: Autor (2025)

Figura 17 – Evolução das variáveis ao longo dos anos



Fonte: Autor (2025)

- Análise Estatística – Regressão Simples

A Figura 18 apresenta os resultados de uma regressão linear simples em que analisamos a relação entre produtividade total dos fatores (PTF) e o investimento público em capital de risco (pvcinvested), vinculado ao programa

SBIR. Utilizamos o modelo log-log — ou seja, aplicamos o logaritmo natural em ambas as variáveis — para facilitar a interpretação dos resultados em termos percentuais, considerando as magnitudes de ambas variáveis (índice base 100 x milhões de dólares). Isso significa que podemos entender o quanto a produtividade varia, em média, quando há uma variação percentual no investimento. Além disso, essa transformação ajuda a tornar os dados mais estáveis e próximos da normalidade, o que contribui para um modelo estatisticamente mais consistente e confiável.

Figura 18 – Análise estatística Regressão Linear Simples

. reg log_tfp log_pvcinvested					
Source	SS	df	MS	Number of obs = 35	
Model	.001996554	1	.001996554	F(1, 33) =	231.63
Residual	.000284445	33	8.6195e-06	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.8753
				Adj R-squared =	0.8715
Total	.002280998	34	.000067088	Root MSE =	.00294
log_tfp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
log_pvcinvested	.0111856	.000735	15.22	0.000	.0096903 .0126809
_cons	4.379171	.0145033	301.94	0.000	4.349664 4.408678

Fonte: Autor (2025)

O objetivo desta regressão foi compreender a relação entre o investimento público em capital de risco — representado pelo programa SBIR — e a produtividade total dos fatores (PTF) nos Estados Unidos. Para isso, utilizamos dados anuais válidos de 1987 a 2021, totalizando 35 observações, período para o qual foi possível acessar informações completas por meio do site oficial do *Bureau of Economic Analysis* (BEA).

Optamos por um modelo log-log, que permite interpretar os coeficientes em termos percentuais, facilitando a análise da elasticidade da produtividade frente a variações no investimento público em inovação. Os resultados mostraram um modelo altamente significativo, com valor F de 231,63 e um p-valor menor que

0,000, o que confirma que a variável explicativa *log_pvcinvested* contribui de forma estatisticamente significativa para explicar as variações em *log_tfp*.

O R^2 do modelo é de 0,8753, o que significa que cerca de 87,53% da variação na produtividade total dos fatores é explicada pelo investimento público em capital de risco. O R^2 ajustado, que leva em conta o número de preditores, permanece elevado (0,8715), o que reforça a qualidade do ajuste do modelo mesmo após essa correção.

No que diz respeito aos coeficientes, o intercepto estimado é 4,379, o que representa o valor médio do logaritmo da TFP quando não há investimento registrado em capital de risco (*log_pvcinvested* = 0). Já o coeficiente da variável *log_pvcinvested* foi de aproximadamente 0,0119, o que indica que um aumento de 1% no investimento público em capital de risco está associado, em média, a um aumento de 0,0119% na produtividade total dos fatores. Esse valor, embora pequeno em magnitude, é estatisticamente significativo ($p < 0,001$), com um intervalo de confiança bastante estreito (de 0,0097 a 0,0127), o que reforça a precisão da estimativa.

Em resumo, os resultados evidenciam uma relação positiva e estatisticamente significativa entre o investimento público em capital de risco e a produtividade total dos fatores, reforçando a relevância de políticas públicas voltadas ao fomento da inovação para ganhos de produtividade no longo prazo.

- Análise Estatística – Teste de Distribuição Normal dos Resíduos

A Figura 19 apresenta os resultados do teste de assimetria e curtose para normalidade (*Skewness/Kurtosis Test for Normality*), chamado de teste JB, aplicado à variável "resíduos". O teste visa verificar se os resíduos da regressão atendem à suposição de normalidade, que é uma premissa importante em modelos econométricos, especialmente no MQO.

Figura 19 – Análise estatística Distribuição Normal dos Resíduos

. sktest residuos					
Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residuos	35	0.1611	0.8491	2.15	0.3412

Fonte: Autor (2025)

A análise estatística em relação à assimetria (*Skewness*) apresenta o p-valor associado de 0.1611. Este valor é maior que o nível de significância comum (por exemplo, 0.05), o que indica que não há evidência de que os resíduos sejam assimétricos de forma significativa, de maneira que a distribuição dos resíduos não apresenta inclinação ou distorção.

Já em relação à curtose (*Kurtosis*) o p-valor associado é de 0.8491. Esse valor também é maior que 0.05, sugerindo que não há evidências significativas de que os resíduos tenham uma curtose anormal, isto é, que sejam muito achatados ou muito pontiagudos em comparação com uma distribuição normal.

Por fim, o teste conjunto para assimetria e curtose, representado pelo valor ajustado da estatística qui-quadrado (*adjusted chi2*) é 2.15, com um p-valor de 0.3412, de modo que como este é significativamente maior que 0.05, não podemos rejeitar a hipótese nula de que os resíduos seguem uma distribuição normal.

Portanto, os resultados do teste de assimetria e curtose não indicam violação da suposição de normalidade dos resíduos (nenhum dos p-valores é significativo, seja para assimetria, curtose ou no teste conjunto), de modo que podemos concluir que os resíduos da regressão apresentam uma distribuição aproximadamente normal.

Tal resultado é positivo no contexto da análise econométrica, uma vez que a normalidade dos resíduos é uma suposição crítica para garantir a validade dos intervalos de confiança e dos testes de hipóteses, especialmente em pequenos tamanhos amostrais.

- Análise Estatística – Teste de Heterocedasticidade

A Figura 20 exibe o resultado do Teste de Breusch-Pagan / Cook-Weisberg para Heterocedasticidade, que é utilizado para verificar se há variância constante (homocedasticidade) ou se os erros possuem variância não constante (heterocedasticidade) no modelo de regressão. De maneira que a presença de heterocedasticidade pode afetar a eficiência dos estimadores de mínimos quadrados ordinários (MQO), resultando em testes de hipóteses incorretos.

Figura 20 – Análise estatística – Teste de Heterocedasticidade

```
. estat hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of log_tfp

chi2(1)      =      0.17
Prob > chi2   =      0.6791
```

Fonte: Autor (2025)

Conforme observado na figura acima, o p-valor de 0.6791 (maior que 0.05) fato que demonstra não haver evidências suficientes para rejeitar a hipótese de que os erros possuem variância constante, de modo que o modelo não apresenta heterocedasticidade.

- Análise Estatística – Teste de Correlação de Pearson

A Figura 21 apresenta os resultados da matriz de correlação de Pearson entre as variáveis "*log_TFP*" (Produtividade Total dos Fatores) e "*log_pvcinvested*" (capital de risco público - SBIR), juntamente com seus valores de significância.

Figura 21 – Análise estatística – Teste de Correlação de Pearson

```
. pwcorr log_tfp log_pvcinvested , sig
```

	log_tfp	log_pv~d
log_tfp	1.0000	
log_pvcinv~d	0.9356	1.0000
	0.0000	

Fonte: Autor (2025)

A análise da correlação de Pearson entre *log_tfp* e *log_pvcinvested* revela um coeficiente de 0,9356, o que indica uma forte correlação positiva entre as variáveis. Esse resultado sugere que, ao longo do período analisado, aumentos no investimento público em capital de risco tendem a ser acompanhados por elevações na produtividade total dos fatores, reforçando a existência de uma relação consistente entre essas duas dimensões.

Além disso, o p-valor associado à correlação é 0.0000, o que confirma que essa associação é estatisticamente significativa ao nível de 1%. Isso nos permite afirmar com alto grau de confiança que há uma ligação estatística robusta entre os investimentos públicos em inovação e o desempenho produtivo agregado.

Esse achado está em sintonia com os resultados da regressão log-log, na qual a elasticidade estimada foi de aproximadamente 0,0119. Isso significa que um aumento de 1% no investimento público em capital de risco está associado a um crescimento médio de 0,0119% na produtividade total dos fatores, evidenciando não apenas correlação, mas também uma relação de impacto positivo mensurado e significativo entre as variáveis.

- Análise Estatística – Teste de Autocorrelação dos Resíduos

O referido teste é importante em virtude do uso de dados de séries temporais. A hipótese nula (H_0) do teste é a de que não há autocorrelação nos resíduos (ou seja, os erros do modelo são independentes). Entretanto, o resultado

sugere que devemos rejeitar tal hipótese, posto que há indícios de autocorrelação, conforme Figura 22.

Figura 22 - Teste de Autocorrelação - Breusch-Godfrey (BG)

. estat bgodfrey			
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation			
lags (p)	chi2	df	Prob > chi2
1	6.825	1	0.0090
H0: no serial correlation			

Fonte: Autor (2025)

- Análise Estatística – Regressão Ajustada com erros padrão de Newey-West

Assim como observado na análise da regressão linear simples apresentada anteriormente (Figura 18), os resultados da regressão log-log ajustada com erros padrão robustos de Newey-West reforçam a evidência de que o investimento público em capital de risco (pvcinvested) exerce um efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a produtividade total dos fatores (PTF). O coeficiente estimado de 0,0119 indica que um aumento de 1% no investimento público está associado a um crescimento médio de 0,0119% na produtividade, mantendo as demais variáveis constantes.

A correção dos erros padrão por meio do estimador de Newey-West, com defasagem máxima de uma ordem, foi aplicada para lidar com possíveis autocorrelações nos resíduos, garantindo maior confiabilidade nas inferências estatísticas. O modelo se manteve altamente significativo ($F = 220,71$; $p < 0,001$), e os intervalos de confiança estreitos reforçam a precisão da estimativa.

Figura 23 - Regressão Ajustada com erros padrão de Newey-West

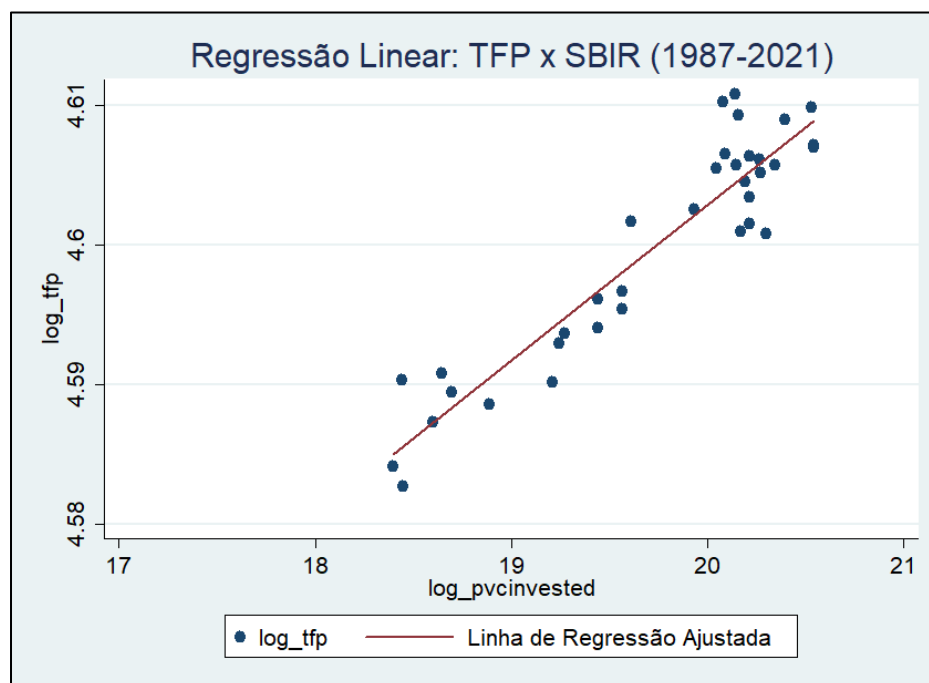
. newey log_tfp log_pvcinvested, lag(1)					
Regression with Newey-West standard errors			Number of obs = 35		
maximum lag: 1			F(1, 33) = 220.71		
			Prob > F = 0.0000		
log_tfp	Newey-West		t	P> t	[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.			
log_pvcinvested	.0111856	.0007529	14.86	0.000	.0096538 .0127174
_cons	4.379171	.0147087	297.73	0.000	4.349246 4.409096

Fonte: Autor (2025)

- Análise Estatística – Linha de Regressão Ajustada e Histograma de Resíduos

O Gráfico 1 apresenta a regressão entre o índice de Produtividade Total dos Fatores (PTF) para os estados americanos e os prêmios do programa SBIR (*Small Business Innovation Research*), ao longo do período de 1987 a 2021.

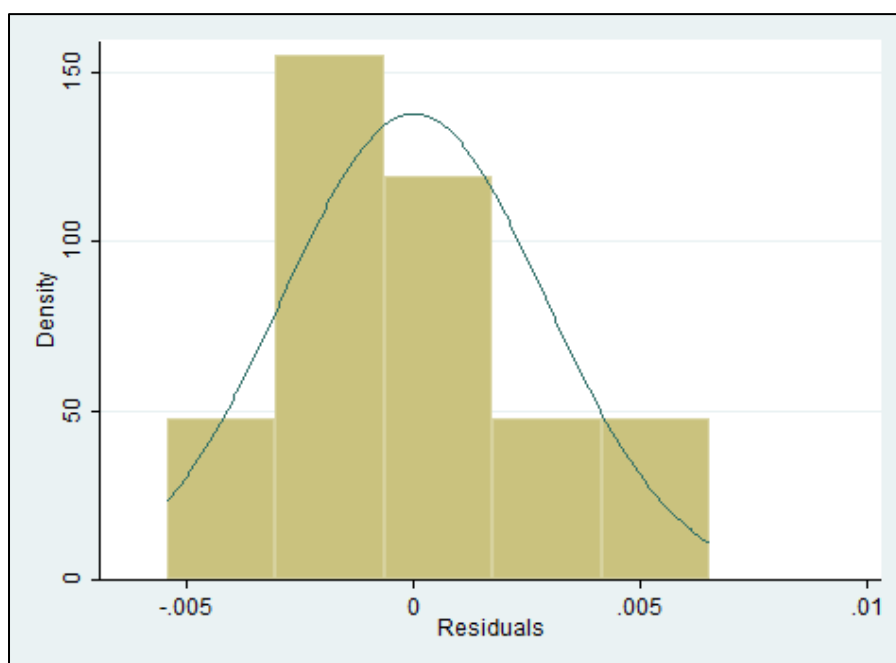
Gráfico 1 – Análise estatística – Linha de Regressão Ajustada



Fonte: Autor (2025)

Assim, no Gráfico1 os pontos representam os valores observados da PTF em relação aos valores do prêmio SBIR, enquanto a linha reta azul indica a linha de regressão ajustada. Por sua vez, o Gráfico 2, confirma, visualmente, os dados encontrados no Teste de Normalidade dos Resíduos (Figura 19).

Gráfico 2 – Análise estatística – Histograma de Resíduos



Fonte: Autor (2025)

A linha de regressão apresentada reflete a relação logarítmica entre os investimentos do programa SBIR (representados por *log_pvcinvested*) e a produtividade total dos fatores (*log_tfp*). Como se trata de um modelo log-log, a inclinação da linha indica a elasticidade da PTF em relação ao investimento público em inovação, ou seja, estima-se o percentual de variação na produtividade para cada variação percentual no financiamento SBIR.

A inclinação positiva da reta sugere que aumentos percentuais no investimento público via SBIR estão associados a aumentos proporcionais na produtividade dos estados americanos, confirmando a relação positiva identificada nas análises econométricas anteriores. O gráfico mostra que a maior parte dos pontos se distribui de forma próxima à linha de tendência, o que

evidencia um bom ajuste do modelo. Embora haja alguma dispersão, os dados seguem claramente uma trajetória ascendente, compatível com a forte correlação observada ($r = 0,9356$) e com os resultados da regressão.

Visualmente, o gráfico reforça os achados quantitativos, ao demonstrar de forma clara que os investimentos do programa SBIR acompanham o crescimento da produtividade. A tendência positiva registrada apoia a conclusão de que o capital de risco público — especialmente voltado ao fomento de *startups* e setores tecnológicos — tem impacto relevante e estatisticamente significativo na elevação da produtividade agregada, evidenciando seu papel estratégico na promoção do desenvolvimento econômico.

- Análise Estatística – Equação da Regressão

Conforme dados obtidos, por meio de rigorosa análise econométrica, podemos afirmar que grande parte da relação das variáveis, dependente e independente, pode ser explicada pela seguinte equação:

$$\log(TFP_t) = 4.379 + 0.0119 \cdot \log(PVCInvested_t)$$

Essa equação representa a relação estimada entre o investimento público em capital de risco e a produtividade total dos fatores (PTF) dos estados americanos, com base em um modelo log-log. A interpretação do coeficiente de 0,0119 indica que um aumento de 1% no investimento público via programa SBIR está associado, em média, a um aumento de 0,0119% na PTF, mantendo-se constantes os demais fatores (*ceteris paribus*).

Apesar do valor do coeficiente parecer pequeno à primeira vista, sua alta significância estatística confirma a existência de um efeito positivo e consistente desse tipo de investimento sobre a produtividade. A magnitude reduzida do coeficiente está relacionada à escala dos dados: como os valores de investimento são elevados (em milhões de dólares), é natural que o impacto percentual sobre a produtividade seja gradual — uma característica comum em análises macroeconômicas desse tipo.

4.2. Principais Achados e Reflexões

Esta dissertação analisou o impacto do *Public Venture Capital* (PVC), com ênfase no programa *Small Business Innovation Research* (SBIR), sobre a inovação e a produtividade nos setores estratégicos da economia americana. Os resultados da análise evidenciam como o capital público direcionado a startups de alto risco e elevado potencial de crescimento pode ser decisivo para a geração de novas tecnologias. Ao observarmos o aumento da produtividade – em termos percentuais – é possível inferir que tais tecnologias estão efetivamente chegando ao mercado, superando as barreiras tradicionais ao financiamento privado — especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento, quando os riscos são mais elevados e os retornos ainda incertos.

Além disso, os resultados do modelo econométrico (log-log) mostraram uma relação clara e significativa entre o investimento público em inovação, representado pelo programa SBIR (*log_pvcinvested*), e os ganhos em produtividade (*log_tfp*) nos estados americanos. Isso reforça a ideia de que apostar em *startups* e tecnologias emergentes, especialmente com recursos públicos, pode fazer diferença real na eficiência econômica. Em um mundo onde a inovação se tornou peça-chave para o desenvolvimento sustentável, esse resultado ganha ainda mais relevância — ele mostra que políticas públicas bem direcionadas podem ajudar países a se manterem competitivos e preparados para os desafios de uma economia cada vez mais baseada no conhecimento.

Sendo assim, o capital de risco público direcionado ao financiamento de *startups*, especialmente por meio de programas como o SBIR, atua como um catalisador do desenvolvimento tecnológico ao preencher lacunas críticas deixadas pelo setor privado (assimetria de informações). Em particular, o programa contribui para superar o chamado “vale da morte” — estágio inicial em que muitas inovações promissoras enfrentam dificuldades para atrair recursos devido ao alto risco e à incerteza quanto aos retornos. Ao garantir financiamento nesse momento crucial, o SBIR viabiliza que tecnologias em fase embrionária avancem até níveis mais altos de maturidade, favorecendo sua posterior absorção

pelo mercado. Essa ação estratégica do Estado não apenas estimula a geração de inovações, mas também cria um ambiente mais favorável ao empreendedorismo tecnológico de base científica.

Desta feita, os impactos desse mecanismo tornam-se visíveis quando analisamos a produtividade total dos fatores (PTF), indicador reconhecido como medida de progresso tecnológico. A regressão log-log realizada neste estudo revelou uma relação positiva e estatisticamente significativa entre os investimentos públicos em capital de risco (*pvcinvested*) e a TFP dos estados americanos. Isso indica que os recursos alocados via SBIR não apenas estimulam a inovação em setores estratégicos, mas também resultam em ganhos concretos de eficiência produtiva. Por consequência, esses aumentos de produtividade se traduzem em crescimento econômico mais robusto, sustentável e orientado à competitividade tecnológica, reforçando o papel do Estado como indutor de inovação e vetor de transformação estrutural na economia.

Adicionalmente, o estudo destacou como o SBIR direciona seus investimentos para setores que são considerados estratégicos para a segurança nacional e o avanço tecnológico dos Estados Unidos, como defesa, energia, saúde e aeroespacial. O uso de tecnologias duais, aquelas aplicáveis tanto para fins militares quanto civis, amplia o impacto dos investimentos do SBIR, permitindo que inovações se difundam em diferentes indústrias e contribuam amplamente para o crescimento econômico e a segurança do país, tal como observado no programa AFVentures patrocinado pela Organização Militar de Inovação da Força Aérea Americana, a AFWERX.

Por fim, além dos ganhos de produtividade, o SBIR desempenha um papel crucial na manutenção da liderança dos Estados Unidos em setores de tecnologia de ponta. O programa possibilita que as *startups* desenvolvam inovações que aumentam a competitividade do país em mercados globais, ampliando o número de patentes – conforme dados do relatório do SBIR junto ao Congresso Americano -, acelerando o tempo de comercialização, promovendo a criação de empregos

de alto valor agregado e permitindo o manutenção contínuo do fenômeno observado na destruição criativa.

4.3 Contribuições para o futuro da Inovação e seu financiamento no Brasil

As implicações deste estudo transcendem o contexto americano e oferecem *insights* valiosos para outras economias, incluindo o Brasil, onde a estrutura de financiamento à inovação enfrenta desafios similares. A criação de um programa similar ao SBIR poderia ser altamente benéfica para o Brasil, sobretudo em setores de alta tecnologia, como o aeroespacial e o defesa, áreas em que o país já possui capacidades estratégicas, mas carece de um ambiente robusto de inovação e fomento ao desenvolvimento de *startups*.

O *Public Venture Capital* (PVC), por intermédio, por exemplo, do Fundo Aeronáutico, gerenciado por uma Unidade Militar similar à AFWERX, poderia ser adaptado ao contexto brasileiro para preencher lacunas de financiamento no início do ciclo de inovação, incentivando a criação de *startups* tecnológicas capazes de desenvolver soluções tanto para o mercado civil quanto para a Força Aérea Brasileira (FAB).

O fomento de tecnologias duais, como ocorre nos Estados Unidos com o programa AFVentures, poderia acelerar a inovação no setor aeroespacial e de defesa, permitindo que a FAB se modernize e se mantenha competitiva frente a cenários globais de transformação tecnológica.

Além disso, a formação de ecossistemas empreendedores e *clusters* de inovação, em colaboração com universidades, centros de pesquisa e grandes indústrias, pode estimular uma dinâmica semelhante à observada nos Estados Unidos, onde o capital público atua como um catalisador, atraindo também investimentos privados e facilitando a criação de uma cadeia de inovação integrada.

Por fim, a experiência da Força Aérea Americana (USAF) com o programa AFVentures, que utiliza recursos do SBIR para modernizar sua base industrial, pode servir como modelo para a Força Aérea Brasileira (FAB).

A criação de um programa semelhante no Brasil poderia, dentre outras formas: facilitar o desenvolvimento de tecnologias de ponta por *startups* brasileiras, que atenderiam tanto a demandas civis quanto militares; promover a inovação contínua em setores estratégicos, aumentando a autonomia tecnológica do Brasil e reduzindo a dependência de fornecedores estrangeiros; e atrair mão de obra altamente qualificada e fomentar a criação de empregos em áreas de alta tecnologia, contribuindo para o desenvolvimento econômico e a produtividade nacional.

Além disso, programas como o AFVentures também ajudam a superar o longo tempo de aquisição de tecnologias no setor de defesa, permitindo que inovações sejam rapidamente incorporadas às operações das forças armadas. Para a FAB, tal programa poderia acelerar a modernização de suas capacidades operacionais e melhorar a eficiência logística, enquanto fortalece a competitividade do Brasil no mercado global de defesa.

Por derradeiro, a dissertação reforça que o *Public Venture Capital* é um instrumento poderoso para promover inovação e aumentar a produtividade em economias modernas. Ao fornecer suporte essencial para *startups* em fases críticas de desenvolvimento, programas como o SBIR ajudam a manter nações na vanguarda tecnológica, promovendo o crescimento econômico de longo prazo. A adoção de políticas semelhantes em países emergentes, como o Brasil, pode gerar efeitos transformadores, especialmente em setores estratégicos como defesa, energia e saúde.

Com base nos achados deste estudo, recomenda-se a ampliação de políticas públicas que facilitem o acesso ao financiamento para *startups* tecnológicas e a criação de programas estruturados de *Public Venture Capital*, que sejam capazes de conectar o setor público às necessidades de inovação do setor privado. Dessa forma, será possível não apenas fomentar a inovação, mas também contribuir para o aumento sustentável da produtividade e competitividade da economia, tanto no Brasil quanto em outras nações que buscam fortalecer seus ecossistemas de inovação.

Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo investigar o impacto do capital de risco público, com destaque para o programa *Small Business Innovation Research* (SBIR) dos Estados Unidos, na promoção da inovação e da produtividade econômica. Buscou-se analisar de que forma o capital público direcionado a *startups* e pequenas empresas tecnológicas pode funcionar como um motor de desenvolvimento de inovações disruptivas e de fortalecimento da competitividade econômica. Nesse sentido, o programa SBIR assume relevância ao fornecer apoio financeiro a empresas emergentes, com o intuito de superar barreiras críticas ao financiamento da inovação – especialmente o chamado “vale da morte” – e possibilitar que essas empresas introduzam novas tecnologias que aumentem a eficiência e sustentem o crescimento econômico no longo prazo (progresso tecnológico x PTF).

Ao estudar o caso do SBIR, a pesquisa procurou responder à questão de como o financiamento público, para *startups* de alto crescimento, pode influenciar diretamente os processos inovativos e impulsionar a produtividade das empresas, gerando uma renovação econômica sustentável, permitindo a consolidação do processo da destruição criativa. A análise revelou o papel estratégico do capital de risco público na criação de valor econômico e tecnológico, traçando paralelos com os objetivos de liderança e competitividade tecnológica dos Estados Unidos e oferecendo uma perspectiva detalhada sobre a importância dessa política pública para a economia norte-americana.

A tese central deste trabalho sustenta que o financiamento público, em especial o capital de risco público, representa um pilar essencial para a sustentação e o crescimento de *startups* inovadoras em setores estratégicos, promovendo transformações estruturais na economia. Ao direcionar-se para empresas de pequeno porte com elevado potencial de crescimento, o SBIR atua como um catalisador da “destruição criativa” schumpeteriana, impulsionando a inovação e mitigando a estagnação econômica por meio da renovação tecnológica. Com isso, a dissertação sugere que, ao fomentar a inovação em

estágios iniciais, o capital de risco público permite o desenvolvimento de tecnologias disruptivas que reestruturam o mercado e aumentam a competitividade econômica.

Além disso, o estudo aponta que o capital de risco público, ao viabilizar o acesso a recursos críticos para o desenvolvimento tecnológico, preenche lacunas deixadas pelo financiamento privado, às vezes relutante em investir em projetos de alto risco, especialmente nas fases iniciais. Dessa forma, políticas de capital de risco público, como o SBIR, cumprem um papel complementar fundamental, possibilitando que inovações tecnológicas de alto impacto atinjam o mercado e gerem benefícios econômicos amplos.

Com base nos achados deste trabalho, recomenda-se a implementação de uma política pública similar ao modelo do SBIR no contexto brasileiro, com o objetivo de fomentar o ecossistema de inovação e empreendedorismo no país. Uma política pública adequada consistiria na criação de um programa de capital de risco público voltado para *startups* tecnológicas e setores emergentes, com apoio de centros de pesquisa, universidades e *hubs* de inovação. Tal programa poderia financiar empresas em estágios iniciais, oferecendo recursos necessários para superar barreiras de entrada e promovendo o desenvolvimento de tecnologias que atendam a desafios específicos de interesse público e estratégico.

Para garantir a eficácia desse programa, seria imprescindível a adoção de uma estrutura de financiamento progressivo, com a coparticipação dos investidores privados, acompanhando as fases de maturação dos projetos, desde a prototipagem até a comercialização. Esse apoio contínuo ajudaria *startups* a evitar a escassez de financiamento em etapas críticas de desenvolvimento, permitindo a concretização de inovações tecnológicas e o fortalecimento da capacidade competitiva das empresas.

Além disso, uma política pública de capital de risco eficiente exigiria a definição de critérios claros de monitoramento e avaliação, de forma a garantir que os investimentos públicos estejam alinhados aos objetivos de crescimento

econômico e competitividade nacional. Indicadores de produtividade e inovação permitiriam uma gestão adaptativa, com ajustes conforme necessário para maximizar o impacto econômico e tecnológico do programa, tal qual ocorre no contexto americano.

Em termos de pesquisas futuras, recomenda-se investigar o impacto do capital de risco público em setores específicos da economia, bem como avaliar como ele influencia a produtividade em diferentes contextos econômicos, incluindo economias emergentes. Estudos adicionais poderiam explorar como a sinergia entre financiamento público e privado potencializa a inovação em setores estratégicos, oferecendo uma visão mais detalhada e integrada dos efeitos do capital de risco público sobre a inovação e a competitividade, por exemplo a níveis setoriais.

Por fim, reconhece-se duas limitações importantes do presente estudo: a escassez de pesquisas macroeconômicas que relacionem o capital de risco público diretamente ao índice de produtividade total dos fatores (PTF); e a ausência de dados no site oficial do BEA para os anos mais recentes (2022 e 2023). Embora existam evidências favoráveis dessa relação (PTF x PVC), a ausência de dados empíricos consolidados e de análises abrangentes limita uma conclusão definitiva sobre o impacto completo do capital de risco público na produtividade em contextos variados.

REFERÊNCIAS

- AGHION, P.; ANTONIN, C.; BUNEL, S. **The power of creative destruction: Economic upheaval and the wealth of nations**. Tradução: Jodie Cohen-Tanugi. London, England: Harvard University Press, 2021.
- AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, v. 60, n. 2, p. 323, 1992.
- AGHION, P.; HOWITT, P. W. **The economics of growth**. London, England: MIT Press, 2009.
- ALPEROVYCH, Y.; GROH, A.; QUAS, A. Bridging the equity gap for young innovative companies: The design of effective government venture capital fund programs. **Research policy**, v. 49, n. 10, p. 104051, 2020.
- ARAKI, M. E.; BENNETT, D. L.; WAGNER, G. A. Regional innovation networks & high-growth entrepreneurship. **Research policy**, v. 53, n. 1, p. 104900, 2024.
- AVNIMELECH, G.; AMIT, A. From startup nation to open innovation nation: The evolution of open innovation activities within the Israeli entrepreneurial ecosystem. **Research policy**, v. 53, n. 9, p. 105079, 2024.
- BAUMOL, W. J. **The microtheory of innovative entrepreneurship**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2010.
- BECSKY-NAGY, P.; FAZEKAS, B. Spurring entrepreneurship with public venture capital in developing industries – evidence from Hungary. **Journal of entrepreneurship in emerging economies**, v. 16, n. 4, p. 977–998, 2024.
- BRAUNERHJELM, P.; HENREKSON, M. An innovation policy framework: Bridging the gap between industrial dynamics and growth. In: **International Studies in Entrepreneurship**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 95–130.
- CHEN, J. Venture capital research in China: Data and institutional details. **Journal of corporate finance**, v. 81, n. 102239, p. 102239, 2023.
- CHIAPPINI, R. et al. Can direct innovation subsidies relax SMEs' financial constraints? **Research policy**, v. 51, n. 5, p. 104493, 2022.
- CUMMING, D.; LI, D. Public policy, entrepreneurship, and venture capital in the United States. **Journal of corporate finance**, v. 23, p. 345–367, 2013.
- ELLWOOD, P.; WILLIAMS, C.; EGAN, J. Crossing the valley of death: Five underlying innovation processes. **Technovation**, v. 109, n. 102162, p. 102162, 2022.

EMAMI-LANGROODI, F. Schumpeter theory of economic development: A study of the creative destruction and entrepreneurship effects on the economic growth. **SSRN Electronic Journal**, v. 4, n. 3, p. 61-81, 2021.

ESTRIN, S.; KOROSTELEVA, J.; MICKIEWICZ, T. Schumpeterian entry: Innovation, exporting, and growth aspirations of entrepreneurs. **Entrepreneurship theory and practice**, v. 46, n. 2, p. 269–296, 2022.

EUROPEAN COMMISSION. *The future of European competitiveness: a competitiveness strategy for Europe*. Bruxelas: European Commission, 2024. Disponível em: https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en. Acesso em: 9 set. 2024.

FINI, R. et al. Are public subsidies effective for university spinoffs? Evidence from SBIR awards in the University of California system. **Research policy**, v. 52, n. 1, p. 104662, 2023.

GIRAUDO, E.; GIUDICI, G.; GRILLI, L. Entrepreneurship policy and the financing of young innovative companies: Evidence from the Italian Startup Act. **Research policy**, v. 48, n. 9, p. 103801, 2019.

GUERRERO, M.; SIEGEL, D. S. Schumpeter meets Teece: Proposed metrics for assessing entrepreneurial innovation and dynamic capabilities in entrepreneurial ecosystems in an emerging economy. **Research policy**, v. 53, n. 5, p. 104984, 2024.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Basic Econometrics**. 5. ed. New York, NY: McGraw-Hill Professional, 2008.

HOTTENROTT, H.; RICHSTEIN, R. Start-up subsidies: Does the policy instrument matter? **Research policy**, v. 49, n. 1, p. 103888, 2020.

HOWELL, S. T. Financing innovation: Evidence from R&D grants. **American Economic Review**, v. 107, n. 4, p. 1136–1164, 2017.

JAUREGUY, M. V.; BIANCHI, C.; BLANCHARD, P. Financial and knowledge barriers to innovation: Complementary and substitution effects on innovative effort. **Research policy**, v. 52, n. 7, p. 104814, 2023.

KIJEK, T.; MATRAS-BOLIBOK, A. The relationship between TFP and innovation performance: evidence from EU regions. **Equilibrium**, v. 14, n. 4, p. 695–709, 2019.

LIN, B.; XIE, Y. The role of venture capital in determining the total factor productivity of renewable energy enterprises: In the context of government subsidy reduction. **Energy economics**, v. 132, n. 107454, p. 107454, 2024.

LINK, A. N.; SCOTT, J. T. **Bending the arc of innovation**. New York: Palgrave Macmillan US, 2013.

LUCENA-PIQUERO, D.; VICENTE, J. The visible hand of cluster policy makers: An analysis of Aerospace Valley (2006-2015) using a place-based network methodology. **Research policy**, v. 48, n. 3, p. 830–842, 2019.

MALERBA, F. (ED.). **Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2004.

MINA, A. et al. Public funding of innovation: Exploring applications and allocations of the European SME Instrument. **Research policy**, v. 50, n. 1, p. 104131, 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **An assessment of the small business innovation research program at the department of defense**. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **SBIR at the Department of Defense**. Washington, DC: The National Academies Press, 2014.

NELSON, R. R. A perspective on the evolution of evolutionary economics. **Industrial and corporate change**, v. 29, n. 5, p. 1101–1118, 2021.

PRADHAN, R. P. et al. Venture capital investment, financial development, and economic growth: the case of European single market countries. **Venture capital**, v. 19, n. 4, p. 313–333, 2017.

RICHARDSON, A.; AUDRETSCH, D. B.; ALDRIDGE, T. Motivating entrepreneurship and innovative activity: Analyzing US policies and programs. Em: **Essays in Public Sector Entrepreneurship (International Studies in Entrepreneurship)**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 5–66.

SANDOR, C. M. *Assessing the Effectiveness of AFWERX Ability to Influence Regional Participation Rates and Capture Cluster Specific Technological Innovations*. 2021. Dissertação (Mestrado) – Air Force Institute of Technology (AFIT), 2021.

STEFAN, I. Does open innovation enable or hinder crossing the Valley of Death? **International journal of innovation management**, v. 26, n. 09, 2022.

STORNELLI, A.; OZCAN, S.; SIMMS, C. Advanced manufacturing technology adoption and innovation: A systematic literature review on barriers, enablers, and innovation types. **Research policy**, v. 50, n. 6, p. 104229, 2021.

WOOLDRIDGE, J. **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. 2. ed. Mason, OH: South-Western, 2002.

YANFEI, W. et al. Analysis of the Investment Direction and Innovative Achievements of Venture Companies Against the Background of the Chinese Government. **Journal of Corporate Finance Research**, v. 16, n. 2, p. 96–106, 2022.

YIN, Y.; YAN, M.; ZHAN, Q. Crossing the valley of death: Network structure, government subsidies and innovation diffusion of industrial clusters. **Technology in society**, v. 71, n. 102119, p. 102119, 2022.

WEIK, S.; ACHLEITNER, A.-K.; BRAUN, R. Venture capital and the international relocation of startups. **Research policy**, v. 53, n. 7, p. 105031, 2024.

ZYMEK, Robert. **Total Factor Productivity: Back to Basics**. *F&D* (Finance and Development), International Monetary Fund, setembro de 2024. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2024/09/back-to-basics-tfp.htm>. Acesso em: 18 set. 2024.