

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária

Heitor Foschiani de Souza

## **O PODER COMPETITIVO DAS NAÇÕES**

Uma Análise Econométrica da Influência da Inovação

São Paulo, SP

2024



**Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**

**Heitor Foschiani de Souza**

**O PODER COMPETITIVO DAS NAÇÕES**

**Uma Análise Econométrica da Influência da Inovação**

Monografia submetida à apreciação de Banca Examinadora do Departamento de Economia, como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira de Carvalho

**São Paulo, SP**

**2024**

**O autor desta obra autoriza sua publicação eletrônica na Biblioteca Digital da PUC-SP.** Este trabalho é somente para uso privado de atividades de pesquisa e ensino. Não é autorizada sua reprodução para quaisquer fins lucrativos. Esta reserva de direitos abrange a todos os dados do documento bem como seu conteúdo. Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório mencionar o nome da pessoa autora do trabalho e demais itens da referência bibliográfica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, meu irmão e minha avó, que investiram tempo, dinheiro, atenção e compaixão para que meus estudos pudessem ser realizados. Ademais, agradeço aos meus professores da PUC-SP, que compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para a elaboração deste trabalho de graduação.

## RESUMO

Utilizando-se de uma abordagem que combina a teoria econômica e a análise econométrica, a presente monografia investiga a relação entre a inovação e o poder competitivo das nações. Fundamentando-se principalmente nas formulações teóricas de Joseph Schumpeter e Alice Amsden, o trabalho faz uso do *Índice Global de Inovação (GII)* e do *Índice Global de Competitividade (GCI)* para adotar um modelo econométrico que busca avaliar a influência de cada fator que compõe o *GII*. Entendendo, desta forma, as principais características que impulsionam as nações mais competitivas, torna-se possível também identificar os pontos fortes e fracos da economia brasileira que a posicionam dentro do *GCI*.

Ao longo deste trabalho, os resultados indicam que a capacidade de inovação tem uma explicação significativa no poder competitivo econômico de uma nação. A análise revela que fatores como *Tecnologias de Informação e Comunicação, infraestrutura geral e investimentos* são determinantes críticos para a competitividade.

Este trabalho contribui para a literatura econômica e seus estudos voltados para a inovação, oferecendo insights importantes para o desenvolvimento de tais ideias. Além de submeter as teorias econômicas à procedimentos estatísticos rigorosos, enfatiza a necessidade de um entendimento mais profundo sobre a maneira como as nações podem efetivamente partir da inovação para impulsionar o crescimento e a competitividade no longo prazo.

**Palavras-chave:** Inovação, Desenvolvimento Econômico, Competitividade, Índice Global de Inovação, Índice Global de Competitividade, Economia Brasileira.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 1 - COMPREENSÃO GERAL DA LITERATURA ECONÔMICA SOBRE A INFLUÊNCIA TECNOLÓGICA E DA INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO.....	9
1.1. A destruição criativa de Joseph Schumpeter.....	9
1.2. Conhecimento e tecnologia segundo Alice Amsden.....	11
1.3. A dificuldade da literatura para mensuração de dados de inovação e tecnologia.....	12
CAPÍTULO 2 – MENSURAÇÃO DE DADOS DE INOVAÇÃO E DO PODER COMPETITIVO DAS NAÇÕES.....	15
2.1. O Índice Global de Inovação (GII).....	15
2.2. O Índice Global de Competitividade (GCI).....	16
2.3. A utilização dos índices.....	18
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DE DADOS.....	19
3.1. A influência do GII no GCI.....	19
3.2. A influência dos subindicadores do GII no GCI e a procura por um bom modelo de regressão.....	21
3.3. Um aprofundamento nos subindicadores adotados no modelo de Taranenko.....	25
3.4. Interpretação do resultado.....	26
3.5. Uma análise da influência de inovação na capacidade competitiva do Brasil.....	28
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

## INTRODUÇÃO

Mesmo com séculos de discussão na teoria economia, a influência da inovação no desenvolvimento de uma economia permanece sendo um assunto de extrema relevância, já que pode ser este uma variável chave para a explicação do desenvolvimento industrial e do poder competitivo dos países desenvolvidos. Caso seja verdade, poderia ser interpretado que, no mundo globalizado e altamente tecnológico da atualidade, para que se possua uma forte vantagem competitiva, torna-se necessário que as nações possuam também um forte potencial de desenvolvimento de inovações. Assim, surgiria “um processo de ‘dependência tecnológica’ para os países semi-industrializados (Rattiner, 1977, p. 12)”.

Portanto, este trabalho se apoia nas teorias desenvolvidas por Joseph Schumpeter e Alice Amsden, que são essenciais para a compreensão da relação entre inovação e desenvolvimento econômico. Schumpeter introduziu no capítulo II *O fenômeno fundamental do desenvolvimento econômico* de sua obra *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, a ideia de que a inovação é crucial para o desenvolvimento, onde argumenta que processos inovadores substituem os obsoletos, promovendo as grandes transformações na economia. Amsden, por sua vez, analisa como os países em desenvolvimento ascendem, enfatizando que o sucesso não vem apenas de utilização de tecnologias existentes, mas da capacidade de, através do investimento em conhecimento, desenvolver autonomamente suas próprias tecnologias. Desta forma, se possível mensurar o dado “inovação”, pode-se testar a veracidade de tais ideias da teoria econômica.

Contudo, não apenas a variável “novas tecnologias” deveria ser levada em consideração para uma análise deste tema, mas também toda a capacidade que a nação tem de as criar e implementar de maneira eficaz. Ou seja, como proposto por Amsden, o potencial que um mercado possui de produzir efetivamente com seu próprio potencial de inovação.

Assim, tão importante quanto obter um resultado consistente com a realidade e com a literatura econômica, é procurar dados que abrangem todo o

tema em questão. Irina Taranenko (2013), desenvolveu em seu artigo *Strategic Analysis of Innovation - based competitiveness in the global economy* uma análise econométrica que buscou compreender exatamente esta influência dos fatores de inovação no poder competitivo de um país frente às demais economias, para assim, entender como certas variáveis que potencializam a capacidade de geração do progresso técnico, contidas no *Índice Global de Inovação (GII)*, tornavam a Ucrânia superavitária ou deficitária no *Índice Global de Competitividade (GCI)*.

Portanto, este trabalho, após desenvolver mais profundamente a literatura econômica, repetirá os modelos econométricos realizados no artigo de Taranenko para, além de testar a hipótese de que a inovação (e suas capacidades de aplicação eficiente) possui uma considerável explicação positiva no potencial competitivo das economias, mesmo com a utilização de dados mais recentes em relação ao trabalho da autora (o que pode potencializar a ideia de que tais influências são atemporais), conectar também os resultados encontrados à teoria econômica. Sendo verdade, por fim, esta pesquisa analisará como os resultados poderiam ser compreendidos frente à economia brasileira.

## **CAPÍTULO 1 - COMPREENSÃO GERAL DA LITERATURA ECONÔMICA SOBRE A INFLUÊNCIA TECNOLÓGICA E DA INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO**

A variável “inovações”, como está presente neste trabalho, pode também ser chamada de “progresso técnico” ou “desenvolvimento tecnológico” ao longo da literatura econômica, e por séculos foi um importante assunto de discussão. Foi de tanta relevância, que hoje modelos da macroeconomia a utilizam para explicar o crescimento econômico, o desemprego, o ganho de produtividade, dentre outros fatores.

### **1.1. A destruição criativa de Joseph Schumpeter**

Um exemplo de autor renomado que dedicou parte sua carreira acadêmica na investigação da influência do processo inovador foi Joseph Schumpeter. Sua obra, "A Teoria do Desenvolvimento Econômico", é um marco fundamental no entendimento da dinâmica da inovação e sua influência no desenvolvimento econômico. O autor desenvolve em suas ideias sobre a importância do empreendedor inovador para funcionar como força motriz na mudança estrutural das economias.

O economista argumentava que o desenvolvimento é consequência dos “incrementos na produtividade, decorrentes de aperfeiçoamentos no processo de trabalho e de mudanças tecnológicas contínuas na função de produção” (Barcelos, 2006, p. 3). Ou seja, o desenvolvimento surge não apenas com aumento de recursos, mas na habilidade de aplicá-los eficientemente dentro do processo produtivo para gerar transformações significativas.

Ademais, discute sobre a dificuldade de se prever inovações transformadoras, no entanto, explicita que, quando surge em um ambiente de produção, tende a trazer mudanças qualitativamente significantes para o mercado em questão. “Assim, a evolução econômica se caracteriza por rupturas e discontinuidades com a situação presente e se devem à introdução de novidades na maneira de o sistema funcionar” (Barcelos, 2006, p. 4).

Portanto, Schumpeter explica o desenvolvimento surge com um conjunto empresários inovando e superando constantemente as inovações anteriores. Este processo resulta por, frequentemente, tirar os empresários da acomodação uma vez que são constantemente pressionados a ir atrás da nova taxa de lucro. Esta dinâmica é chamada de: “destruição criativa”. O termo é utilizado para descrever a criação de algo completamente novo que substituí algo velho. São formas de processo, de produção e de produto que surgem em um determinado setor ou indústria e que substituem tecnologias, produtos e empresas obsoletas. Estas inovações são introduzidas no mercado por empreendedores que correm riscos e investem recursos para aproveitar as oportunidades que estas inovações oferecem.

No entanto, o autor destaca que existe uma diferença entre “mudança incremental” e “inovação disruptiva” em seu conceito de desenvolvimento econômico. “Na medida em que as novas combinações podem, com o tempo, originar-se das antigas por ajuste contínuo mediante pequenas etapas, há certamente mudança, possivelmente há crescimento, mas não um fenômeno novo e nem desenvolvimento em nosso sentido. Na medida em que não for este o caso, e em que as novas combinações aparecem descontinuamente, então surge o fenômeno que caracteriza o desenvolvimento”. (Schumpeter, 1982, p. 48).

Portanto, o ponto central é que, para Schumpeter, o verdadeiro desenvolvimento econômico não é apenas um processo de crescimento lento e estável, mas sim um impulsionado por inovações significativas e muitas vezes revolucionárias que reestruturam a economia. Este é impulsivo e descontínuo, marcado por períodos de rápidas transformações seguidas por períodos de absorção dessas mudanças. Para o economista, o “desenvolvimento consiste primeiramente em empregar recursos diferentes de uma maneira diferente, em fazer coisas novas com eles, independente de que aqueles recursos cresçam ou não”. (Schumpeter, 1982, p. 50).

Essencialmente, Schumpeter distingue o crescimento de desenvolvimento. O crescimento pode ser simplesmente, mais bens produzidos com mais insumos, mas este fenômeno não implica necessariamente em transformações estruturais. Desenvolvimento, no entanto, é qualitativo, é sobre

mudança e evolução na estrutura da produção econômica. O economista o vê como um processo evolutivo desequilibrado, onde os períodos de rápido progresso econômico e técnico são o que realmente movem a economia para frente em grandes saltos.

Partindo de tal interpretação do desenvolvimento econômico, pode-se deduzir que seriam os países com maior estrutura para o desenvolvimento de inovações, capazes de construir constantes transformações significativas em seu mercado, que teriam um maior desenvolvimento econômico.

## **1.2. Conhecimento e tecnologia segundo Alice Amsden**

Além desta ideia Schumpeteriana, partindo de seus pressupostos, pode-se adentrar mais profundamente na literatura buscando distinguir o que seria um país que detém o conhecimento para construção deste processo inovador, e, portanto, desenvolvem sua própria tecnologia, e aqueles que simplesmente à importam.

Tal discussão é detalhadamente abordada por Alice Amsden, que traz a ideia de que o desenvolvimento é focado em setores ricos em conhecimento. Ela enfatiza a importância de três capacidades essenciais: produção, elaboração de projetos e inovação. Essas habilidades são vitais para o avanço na cadeia de valor global. Portanto, para a economista, industrialização não é simplesmente máquina, equipamento e capital. Mas vem do “ativo conhecimento”. Países que se desenvolveram não são aqueles que apenas se industrializaram, mas aqueles que têm o controle sobre o conhecimento e tecnologia. “Porque as propriedades específicas de um recurso natural variam de acordo com o local, uma transferência de tecnologia bem-sucedida requer investimentos substanciais em aprendizado local e adaptação (Amsden, 2001, p. 51)”.

Amsden divide os países em dois tipos: aqueles que compram o desenvolvimento e aqueles que o constroem. Os primeiros importam suas tecnologias de empresas tradicionais e, portanto, não desenvolvem o domínio sobre elas, tornando-se suscetíveis ao rápido envelhecimento destas tecnologias adquiridas. Já os países que constroem seu próprio

desenvolvimento, através do investimento em conhecimento, conseguem atingir os mais altos níveis de industrialização. Essa capacidade de inovação interna permite que esses países permaneçam competitivos à medida que a tecnologia avança.

“Não importa quão aberta seja a economia de um comprador de tecnologia, a transferência de tecnologia provou ser uma maneira pouco confiável de igualar a produtividade internacionalmente” (Amsden, 2001, p. 78). Tal ideia amplia a noção sobre a importância da inovação para o desenvolvimento, explicitando que não basta para uma nação apenas ter a tecnologia, mas principalmente, ter a capacidade de criá-la, de implementá-la e de superá-la constantemente, ressaltando a necessidade do investimento em conhecimento.

Portanto, ao se mensurar a inovação para fins de análise, não se deve fazê-la de forma literal, mas contabilizando toda a capacidade que o determinado mercado tem de criá-la e utilizá-la de maneira eficiente. Visando isto, este trabalho buscará utilizar dados que explicitem esta busca e capacidade de inovação por diversas frentes.

### **1.3. A dificuldade da literatura para mensuração de dados de inovação e tecnologia**

Mesmo com tantas vertentes dentro da literatura econômica, e estando presente em diversos modelos macroeconômicos teóricos de explicação do crescimento, o desenvolvimento tecnológico sempre foi um desafio para ser mensurado de maneira palpável. Uma tentativa de obtenção deste dado para um trabalho deste tema, poderia se basear em ideias e modelos renomados na literatura econômica, como por exemplo o modelo que Solow, e assim tentar mensurar a tecnologia como um resíduo de sua função de crescimento econômico:  $Y = F(K, N, A)$  - onde  $Y$  é o *produto do país*,  $K$  o *capital investido*,  $N$  o *trabalho* e  $A$  o *estado da tecnologia*, - já que, sendo  $Y$ ,  $K$  e  $N$  mensuráveis, estimando-se um modelo onde apenas  $K$  e  $N$  explicarão  $Y$ , “poderia ser aceito” que o resíduo deste seria, portanto,  $A$ .

Outra maneira de contabilizar o progresso tecnológico poderia ser por meio do número de patentes registradas em cada nação. Isso possibilita medir a quantidade de novas ideias que surgem em cada território e, assim, usar esse dado como variável explicativa do potencial competitivo das nações.

No entanto, mesmo que estes exemplos possam fornecer interessantes indicadores de inovação e tecnologia para serem testados em modelos econométricos, nenhum dos dois abrange completamente a capacidade de criação e aplicação eficiente dentro do processo produtivo. Portanto, não representam a melhor maneira de compreender o progresso técnico voltado para o desenvolvimento de uma economia forte, segundo as literaturas econômicas discutidas anteriormente.

Para isto, o trabalho de Taranenko (2013), foi um ótimo exemplo de uso ideal dos dados e, portanto, seu artigo *Strategic Analysis of Innovation - based competitiveness in the global economy* será a inspiração econométrica para este trabalho. Seu projeto utilizou do *Índice Global de Inovação (GII)*, calculado pelo *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, como variável explicativa. Este índice tem como objetivo mensurar uma série de indicadores que podem potencializar a capacidade de inovação de uma economia. Sua metodologia permite mensurar pontuações do potencial inovador de 128 países diferentes (dados de 2016), baseando-se em sete pilares que contabilizam de forma mais abrangente a capacidade de surgimento e aplicação de inovações: *instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação de mercado, sofisticação empresarial, produção de conhecimento e tecnologia e produção criativa*.

Para calcular estes sete, o WIPO faz o uso de vinte e um subindicadores que ajudam a mensurá-los. Para *instituições*, ele mensura as variáveis: *ambiente político, ambiente regulatório e ambiente de negócios*. Para *“Capital humano e pesquisa”*: *educação, pesquisa e desenvolvimento*; para *“infraestrutura”*: *tecnologias de informação e comunicação (ICTs), infraestrutura geral e sustentabilidade ecológica*; para *sofisticação de mercado*: *crédito, investimento e comércio, concorrência e escala de mercado*; para *sofisticação empresarial*: *conhecimento de trabalhadores, ligações de inovação e absorção de conhecimento*; para *produção de conhecimento e tecnologia*: *criação de conhecimento, impacto do conhecimento e difusão do conhecimento*; e, por fim,

para *produção criativa: ativos intangíveis, bens e serviços criativos e criatividade online*.

Portanto, esses vinte e um, devem ser devidamente selecionados para servirem como variáveis independentes dos modelos econométricos presentes neste trabalho e, caso apresentem forte explicação para o poder de competitividade dos países, devem ser aprofundados para compreensão de sua aplicação ocorrendo de forma positiva ou negativa no Brasil.

## CAPÍTULO 2 – MENSURAÇÃO DE DADOS DE INOVAÇÃO E DO PODER COMPETITIVO DAS NAÇÕES

### 2.1. O Índice Global de Inovação (GII)

O *Índice Global de Inovação (GII)* é uma ferramenta analítica sofisticada e abrangente, para a avaliação e comparação do desempenho da inovação entre diferentes países. Este índice é especialmente valioso para formuladores de políticas, acadêmicos e profissionais que buscam entender os mecanismos e os impactos da inovação no desenvolvimento econômico e progresso social. Desenvolvido para capturar os múltiplos aspectos da inovação, o *GII* se baseia em uma metodologia que engloba dois subíndices principais: *Entradas de Inovação* e *Saídas de Inovação*.

O Subíndice de *Entradas de Inovação* foca nos elementos fundamentais do ambiente nacional que facilitam a inovação. Ele é dividido em cinco pilares: *instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado e dos negócios, e conhecimento e tecnologia*. Este subíndice aborda desde a estabilidade política e o estado de direito, passando pela qualidade da educação e da pesquisa, até a infraestrutura física e digital. A avaliação inclui também a análise da sofisticação do mercado e das práticas empresariais, bem como o nível de atividades tecnológicas e de conhecimento no país.

Já o Subíndice de *Saídas de Inovação* mede os resultados reais da inovação em termos de produtos de conhecimento e tecnologia, e ativos criativos. Este subíndice engloba a geração de patentes, publicações científicas, produção e exportação de bens de alta tecnologia, assim como a criação de conteúdo criativo e propriedade intelectual. Ele é essencial para avaliar o sucesso de um país em transformar os insumos de inovação em resultados tangíveis e valiosos.

A pontuação de cada país no *GII* é determinada pela média ponderada das variáveis que compõem esses pilares, com dados coletados de diversas fontes internacionais reconhecidas. O *GII*, assim, serve como uma ferramenta valiosa para análise comparativa, permitindo a identificação de

pontos fortes e fracos nas capacidades de inovação de cada nação. Além disso, ele ajuda os países a identificarem onde investimentos e melhorias são necessários para fortalecer suas capacidades inovadoras.

No contexto das políticas públicas, o *GII* oferece insights importantes sobre como estruturar ambientes propícios à inovação. Ele destaca a importância de sistemas educacionais robustos, infraestruturas de pesquisa sólidas, instituições fortes e um ambiente de negócios dinâmico para o fomento da inovação. O índice é, portanto, um instrumento crucial na formulação de estratégias de inovação na economia.

## 2.2. O Índice Global de Competitividade (GCI)

Desenvolvido pelo *World Economic Forum*, o *GCI* é uma ferramenta que busca medir e ranquear a competitividade de diferentes países. Por este termo, a organização define “como o conjunto de instituições, políticas e fatores que determinam o nível de produtividade de uma economia, que por sua vez define o nível de prosperidade que o país pode alcançar” (The Global Competitiveness Report, 2016, p. 4).

O *GCI*, portanto, é estruturado em três pilares fundamentais: *Requisitos Básicos*, *Potenciadores de Eficiência* e *Fatores de Inovação e Sofisticação*, cada um abordando diferentes aspectos da competitividade nacional.

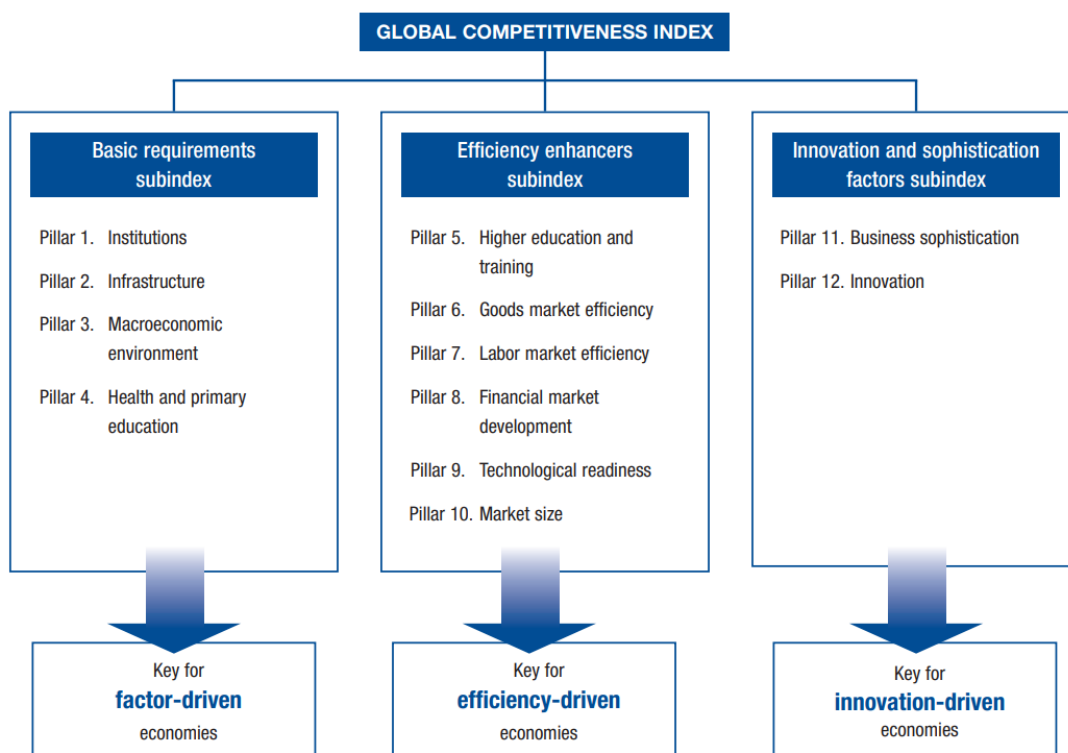
O primeiro pilar, *Requisitos Básicos*, é a fundação sobre a qual a competitividade de um país é construída. Ele engloba elementos essenciais como *instituições*, *infraestrutura*, *ambiente macroeconômico*, *saúde* e *educação primária*. Este pilar enfatiza a importância de uma governança eficaz, uma infraestrutura robusta, estabilidade econômica e um sistema de saúde e educação sólidos, que são pré-requisitos para o funcionamento eficiente de uma economia.

O segundo pilar, *Potenciadores de Eficiência*, se concentra em aspectos que impulsionam a eficiência produtiva de um país. Inclui a *educação superior e treinamento*, *eficiência do mercado de bens e de trabalho*,

*desenvolvimento do mercado financeiro, prontidão tecnológica e o tamanho do mercado.* Este pilar destaca a necessidade de uma força de trabalho bem treinada, mercados eficientes e dinâmicos, uma infraestrutura financeira sólida e a adoção de tecnologia para melhorar a produtividade e eficiência econômica.

O terceiro e último pilar, *Fatores de Inovação e Sofisticação*, foca na capacidade de um país inovar e na sofisticação dos seus negócios. A inovação é medida pela habilidade de gerar novas tecnologias e ideias, enquanto a sofisticação nos negócios reflete o nível de complexidade e avanço dos processos empresariais.

Imagem 1 - The Global Competitiveness Index framework



*The Global Competitiveness Report, 2016. p 5.*

Assim, o Índice Global de Competitividade fornece uma análise que permite aos países entenderem e avaliarem suas forças e fraquezas econômicas frente as demais. Ele serve como um guia para políticas que buscam promover a competitividade e, conseqüentemente, a prosperidade.

### 2.3. A utilização dos índices

Nesta pesquisa, assim como naquela realizada por Taranenko, o *Índice Global de Competitividade (GCI)* será utilizado para avaliar o potencial competitivo das economias. Este índice integra aspectos macroeconômicos fundamentais para mensurar e comparar a competitividade das nações, e será, portanto, tratado como a variável dependente em todos os modelos econométricos abordados na pesquisa.

É crucial ressaltar que, apesar de a “inovação” constituir um dos pilares do *GCI*, o que deixaria obvio que esta é uma variável explicativa para o índice, a análise na presente monografia visa quantificar a inovação de uma maneira mais abrangente. Fundamenta-se na hipótese de que uma nação com uma ampla capacidade inovadora em diversos aspectos é capaz de influenciar significativamente todos os demais pilares que compõem uma economia forte. Além disso, visa quantificar a inovação de uma maneira mais detalhada, analisando os diferentes pilares da inovação e suas respectivas capacidades explicativas.

Apresentando uma visão mais extensa da inovação, portanto, o *GII*, engloba não somente a capacidade de desenvolvimento e aplicação contínua, mas também aspectos ligados ao conhecimento e à infraestrutura necessários para sua criação e implementação efetiva. Esta abordagem pode melhor se alinhar com as ideias de Alice Amsden, que enfatizou que não basta possuir tecnologia; é essencial também dispor do conhecimento e da infraestrutura para a aplicação prática e eficiente.

## CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DE DADOS

### 3.1. A influência do GII no GCI

Para início da análise, antes de adentrar diretamente nos modelos de regressão múltipla, utilizando dos subindicadores do *Índice Global de Inovação*, é importante que seja realizada uma breve análise dos dados, a fim de compreender a relação entre o *GII* e o *GCI*, e distribuição das pontuações entre as diferentes economias.

Inicialmente, se for testada a influência da *GII* como um todo sobre o *GCI* (sobre a observação de 103 países que coincidiram entre os dois índices), além de se obter uma correlação extremamente alta, de 0,87, também temos um modelo de regressão linear simples, estimado por MQO, estatisticamente válido com um alto poder de explicação (76.2%) da variável *GII* sobre o *GCI*, conforme o relatório de regressão 1.

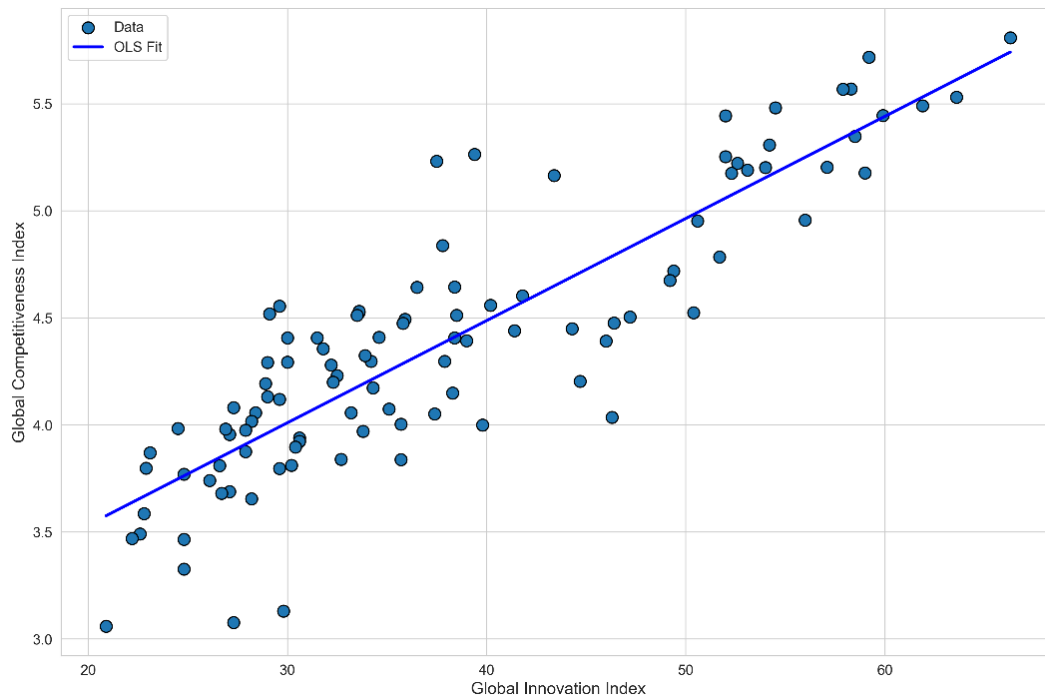
#### Relatório de regressão 1: Explicação do GII sobre o GCI

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	Global Competitiveness Index	R-squared:	0.762			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.760			
Method:	Least Squares	F-statistic:	323.6			
-----		Prob (F-statistic):	2.89e-33			
-----		Log-Likelihood:	-23.226			
No. Observations:	103	AIC:	50.45			
Df Residuals:	101	BIC:	55.72			
Df Model:	1					
Covariance Type:	nonrobust					
-----						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
-----						
const	2.5786	0.105	24.506	0.000	2.370	2.787
Global Innovation Index	0.0477	0.003	17.989	0.000	0.042	0.053

Baseando-se nesta primeira análise, conclui-se rapidamente que, como teorizado na hipótese deste trabalho, existe uma forte influência positiva da inovação (e seu potencial de aplicação) na qualificação competitiva dos

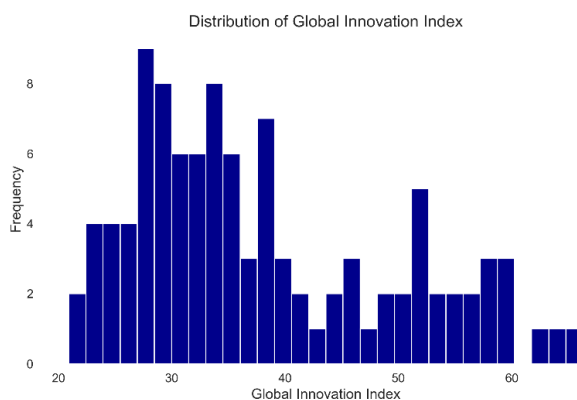
países, explicada pela função:  $GCI = 2,58 + 0,05GII + e$ , que pode ser visualizada no gráfico 1.

Gráfico 1 – Regressão simples do GII sobre o GCI



Contudo, mesmo com o forte poder explicativo na competitividade econômica, pode-se observar uma concentração da pontuação bem abaixo da média para os 103 países observados, como apresentado no gráfico 2.

Gráfico 2: Distribuição do potencial de inovação



#### IGI - Resumo Estatístico

<b>count</b>	103
<b>mean</b>	38,02
<b>std</b>	11,43
<b>min</b>	20,90
<b>25%</b>	29,05
<b>50% (median)</b>	34,60
<b>75%</b>	46,35
<b>max</b>	66,30

O Brasil se encontra nesta maior concentração estando na 69ª posição do ranking, com uma pontuação abaixo da média e da mediana (33,2 pontos), fato que deverá ser analisado com maior profundidade quando for averiguado as influências dos subindicadores do *GII* no *GCI*.

É relevante destacar que os resultados do grau de influência obtidos também são observados para análises dos anos anteriores, onde se observa, em 2013, 2014 e 2015, correlações de 0,86, 0,86 e 0,88, respectivamente, mostrando que tal comportamento dos dados não é enviesado por alguma característica específica ao ano de 2016.

### **3.2. A influência dos subindicadores do *GII* no *GCI* e a procura por um bom modelo de regressão**

Portanto, conclui-se, de maneira geral, que o potencial de inovação tem uma forte influência na capacidade competitiva das nações. Contudo, ainda não é possível tirar conclusões definitivas sobre quais fatores intrínsecos à inovação são fundamentais para o desenvolvimento de uma economia visando alcançar uma maior capacidade competitiva no mercado global. Para isso, é necessário decompor o *Índice Global de Inovação* em seus subindicadores e identificar quais deles têm maior capacidade de explicar a competitividade.

Taranenko (2013) realizou este modelo de regressão para o ano de 2012, selecionando como variáveis explicativas aqueles subindicadores com maior correlação com o *GCI*, obtendo assim os seguintes: *pesquisa e desenvolvimento*; *tecnologias de informação e comunicação (TICs)*; *infraestrutura geral*; *sustentabilidade ecológica*; *investimento*; *absorção de conhecimento*; *impacto do conhecimento* e *ativos intangíveis*. Utilizando tais variáveis independentes, estimou uma regressão explicando 71,5% da variável *GCI* no ano de 2012.

Uma vez que os maiores índices de correlação calculados para o ano de 2016 diferiram daqueles encontrados por Taranenko em 2012, este trabalho realizará uma análise tanto de um modelo utilizando as mesmas variáveis

usadas pela autora, a fim de identificar uma permanência das conclusões por ela tiradas, quanto de um segundo modelo que utiliza variáveis com alta correlação nos dados mais recentes. Importante destacar que todas as regressões presentes no trabalho serão estimadas por MQO.

O primeiro modelo (modelo de Taranenko), para o ano de análise desta pesquisa, obteve um poder de explicação superior, de 83,7%, como mostrado no relatório de regressão 2. No entanto, apresenta as variáveis: *sustentabilidade ecológica*, *absorção de conhecimento*, *impacto de conhecimento* e *ativos intangíveis* estatisticamente não válidas e, portanto, seus resultados não podem ser levados em consideração.

Além disso, os indicadores: *pesquisa e desenvolvimento* e *ICTs*, quando cruzados dentro da matriz de correlação, apresentam uma correlação de 0,74, indicando um possível caso de multicolinearidade. Ao testada uma regressão entre eles, este fato foi comprovado uma vez que o modelo valida que pesquisa e desenvolvimento explica a variável *ICTs* em 54,5% e, portanto, as explicações de cada uma dentro do modelo podem estar sendo mal estimadas.

### Relatório de regressão 2: Estimação de Taranenko para o ano de 2016

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	Global Competitiveness Index	R-squared:	0.837			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.823			
Method:	Least Squares	F-statistic:	60.31			
-----		Prob (F-statistic):	1.11e-33			
-----		Log-Likelihood:	-3.7776			
No. Observations:	103	AIC:	25.56			
Df Residuals:	94	BIC:	49.27			
Df Model:	8					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
-----						
const	2.5580	0.192	13.330	0.000	2.177	2.939
Research and development (R&D)	0.0061	0.002	2.966	0.004	0.002	0.010
Information and communication technologies (ICTs)	0.0116	0.002	5.348	0.000	0.007	0.016
General infrastructure	0.0118	0.003	4.342	0.000	0.006	0.017
Ecological sustainability	0.0034	0.003	1.086	0.280	-0.003	0.010
Investment	0.0075	0.002	3.104	0.003	0.003	0.012
Knowledge absorption	-0.0007	0.003	-0.228	0.820	-0.007	0.006
Knowledge impact	0.0004	0.003	0.163	0.871	-0.005	0.005
Intangible assets	0.0046	0.003	1.412	0.161	-0.002	0.011

A fim de garantir um bom modelo econométrico, o relatório de regressão 3 apresenta o mesmo modelo de estimação, porém sem as variáveis estatisticamente inválidas e sem o indicador: *pesquisa e desenvolvimento* (que

foi escolhido entre o *ICT* por possuir menor poder explicativo na regressão). Desta forma, obteve-se um resultado de explicação igualmente alto de 80,6%.

### Relatório de regressão 3: Segunda tentativa da estimação de Taranenko para o ano de 2016

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	Global Competitiveness Index	R-squared:	0.807			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.801			
Method:	Least Squares	F-statistic:	137.8			
		Prob (F-statistic):	3.29e-35			
		Log-Likelihood:	-12.520			
No. Observations:	103	AIC:	33.04			
Df Residuals:	99	BIC:	43.58			
Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	2.4691	0.108	22.763	0.000	2.254	2.684
Information and communication technologies (ICTs)	0.0182	0.002	11.919	0.000	0.015	0.021
General infrastructure	0.0140	0.003	5.146	0.000	0.009	0.019
Investment	0.0114	0.002	5.048	0.000	0.007	0.016

Portanto, conclui-se que o relatório de regressão 3, à primeira vista, é um bom modelo para explicar o *GCI* no ano de 2016.

Após obter a regressão com os dados utilizados por Taranenko, é interessante, conforme proposto anteriormente, estimar mais um modelo usando o mesmo procedimento utilizado por ela, cruzando os graus de correlação de todos os subíndices do *GII* com o *GCI* e estimando um modelo de regressão usando como variáveis dependentes aquelas com os maiores índices.

Assim, a partir da observação da matriz de correlação e abstraindo apenas aqueles com valor acima de 0,8, é possível obter as seguintes variáveis independentes: *ICTs*, *ambiente político* e *pesquisa e desenvolvimento*.

No entanto, antes de rodar a regressão apenas com estas 3 variáveis, deve-se lembrar que a primeira e terceira são variáveis que, juntas, já foram testadas e validadas como responsáveis por causar multicolinearidade dentro dos modelos. Com isso, com a presença dos *ICTs* no modelo de Taranenko, e com a conclusão de que este seria um bom modelo de regressão (relatório de regressão 3), a tentativa do segundo modelo deste trabalho será a regressão de

Taranenko adicionada a variável: *ambiente político*, que mostrou uma correlação de 0,81 com o *Índice Global de Competitividade*.

Ao adicionada, melhorou o  $R^2$  da regressão de Taranenko para 0,82 como mostrado no relatório de regressão 4.

#### Relatório de regressão 4: a evolução do modelo de Taranenko

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	Global Competitiveness Index	R-squared:	0.822			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.815			
Method:	Least Squares	F-statistic:	113.2			
		Prob (F-statistic):	7.61e-36			
		Log-Likelihood:	-8.2819			
No. Observations:	103	AIC:	26.56			
Df Residuals:	98	BIC:	39.74			
Df Model:	4					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	2.4672	0.105	23.581	0.000	2.260	2.675
Information and communication technologies (ICTs)	0.0141	0.002	6.965	0.000	0.010	0.018
General infrastructure	0.0114	0.003	4.105	0.000	0.006	0.017
Investment	0.0099	0.002	4.400	0.000	0.005	0.014
Political environment	0.0065	0.002	2.899	0.005	0.002	0.011

No entanto ao ser analisada de forma mais profunda, como feito na regressão de Taranenko, notou-se novamente um indício de multicolinearidade, visto uma forte correlação (78%) entre *ICTs* e a nova variável. Ao testar uma regressão simples entre elas, obteve-se um modelo valido com explicação de 61% da variável ambiente político sobre o *ICTs*.

Portando, buscando trabalhar com o modelo de regressão com o poder explicativo mais confiável possível, será adotado para as conclusões deste trabalho de pesquisa o modelo de Taranenko, presente no relatório de regressão 3:

$$GCI = 2,47 + 0,02ICTs + 0,01Gen\_Infr. + 0,01Invest + e.$$

No entanto, antes de aceitar o modelo como válido, para garantir a veracidade da equação encontrada, foi também realizado um teste de heterocedasticidade, a fim de garantir que não foi violado o pressuposto básico de que os resíduos do modelo possuem variância constante.

Neste, observou-se um p-valor extremamente baixo, de 0.0001608, significativamente menor que 0.10, o que sugere fortes evidências contra a hipótese nula de homocedasticidade nos resíduos do seu modelo. Ou seja, indica a probabilidade de que o modelo seja heterocedástico.

Para corrigir esse problema, utilizou-se a abordagem de ajuste nas estimativas de erro padrão, tornando-os robustos para a presença de heterocedasticidade. Não afetando a significância das variáveis independentes, conclui-se finalmente que o relatório de regressão 5 é o modelo de explicação válido neste trabalho.

### Relatório de regressão 5: Segunda tentativa da estimação de Taranenko para o ano de 2016 com uso de erros padrão robustos

OLS Regression Results							
Dep. Variable:	Global Competitiveness Index	R-squared:	0.807				
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.801				
Method:	Least Squares	F-statistic:	167.3				
Date:	Wed, 15 Nov 2023	Prob (F-statistic):	1.26e-38				
Time:	15:34:33	Log-Likelihood:	-12.520				
No. Observations:	103	AIC:	33.04				
Df Residuals:	99	BIC:	43.58				
Df Model:	3						
Covariance Type:	HC1						
		coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const		2.4691	0.098	25.096	0.000	2.274	2.664
Information and communication technologies (ICTs)		0.0182	0.002	9.320	0.000	0.014	0.022
General infrastructure		0.0140	0.003	4.500	0.000	0.008	0.020
Investment		0.0114	0.003	4.396	0.000	0.006	0.017

### 3.3. Um aprofundamento nos subindicadores adotados no modelo de Taranenko

Uma vez gerado um modelo válido de regressão (relatório 5) com os dados: *ICTs*, *infraestrutura geral* e *investimento*, torna-se necessário que estes subindicadores sejam mais bem explicados para entender como podem estar sendo aplicados positivamente ou negativamente por cada nação e, principalmente, pelo país de foco final deste trabalho, o Brasil.

Primeiramente, o subindicador de *Tecnologias de Informação e Comunicação (ICTs)* considera *acesso à tecnologia*, que inclui a disponibilidade e penetração da tecnologia na sociedade; o *uso das ICTs*, que avalia a

frequência e a intensidade com que essas tecnologias são utilizadas por indivíduos e empresas; os serviços online do governo, que medem a eficácia e a abrangência da digitalização dos serviços públicos; e o *UN E-participation Index*, que reflete o grau de engajamento e participação do público através de plataformas digitais fornecidas pelo governo.

Ademais, a *infraestrutura geral* é medida por um conjunto de indicadores que incluem o *consumo de energia*, que oferece uma métrica para a eficiência energética e a sustentabilidade da infraestrutura de um país; a *performance de logística*, que avalia a eficiência dos sistemas de transporte e distribuição; e a *formação bruta de capital*, que indica o nível de investimento em ativos físicos, essenciais para o desenvolvimento da infraestrutura.

Por fim, o subindicador de *investimento* é calculado com base em critérios como a *facilidade de proteger investidores minoritários*, que mostra o quão seguro e regulado é o ambiente de investimento; a *capitalização de mercado* em percentual do PIB, que reflete a dimensão e a importância dos mercados financeiros no contexto econômico do país; o *valor total das ações negociadas no mercado*, também em percentual do PIB, indicando a liquidez e a atividade do mercado de ações; e *acordos de capital de risco* em dólares (ajustados pela Paridade do Poder de Compra, PPP\$) do PIB, que mede o financiamento de novas empresas e tecnologias.

### **3.4. Interpretação do resultado**

Considerando que os indicadores de *Tecnologias de Informação e Comunicação (ICTs)*, *infraestrutura geral* e *investimento* são os principais componentes do *Índice Global de Inovação (GII)* que melhor explicam o *Índice Global de Competitividade (GCI)* para o ano de 2016, e sendo estes também os encontrados por Taranenko para 2012, pode-se assegurar, à primeira vista, a atemporalidade de tais resultados de influência. Ademais, esses resultados reforçam os argumentos de Schumpeter e Amsden na literatura econômica, comprovando as teorias desenvolvidas pelos autores sobre o desenvolvimento econômico.

Em relação às *Tecnologias de Informação e Comunicação (ICTs)*, os resultados enfatizam as ideias de Amsden, que argumenta sobre a necessidade de posse do conhecimento para o desenvolvimento econômico. As *ICTs* mostram o acesso e o uso da tecnologia, indicando as nações que possuem domínio das inovações, bem como a capacidade de aplicação prática essencial no processo produtivo.

No que diz respeito à *infraestrutura geral*, interpreta-se que melhorias na infraestrutura, como transporte e energia, são vitais para reduzir os custos de produção e facilitar a implementação de novas tecnologias, enfatizando mais uma vez as argumentações da autora. Os países em desenvolvimento precisam de uma infraestrutura robusta para aplicar e desenvolver tecnologias de forma autônoma (a formação bruta de capital e a eficiência logística são componentes críticos dessa infraestrutura).

Sobre o *investimento*, Schumpeter enfatiza que este é essencial para o ciclo de inovação, pois é o empresário quem escolhe tomar riscos e despender recursos para uma determinada atividade, aquele responsável por gerar o processo de "destruição criativa" na economia. Portanto, pode-se interpretar que o aumento de capital disponível para inovação resulta em novas combinações produtivas, novos produtos e, o mais importante, nas constantes rupturas no processo produtivo.

Dessa forma, os resultados da análise econométrica realizada confirmam as teorias de Schumpeter e Amsden. A forte influência das *ICTs*, *infraestrutura geral* e *investimento* no *GCI* demonstra que a capacidade de inovação de um país, medida pelo *GII*, é crucial para sua competitividade econômica. Schumpeter fornece a base teórica para a importância da inovação tecnológica e do investimento contínuo, enquanto Amsden complementa ao enfatizar a necessidade de infraestrutura e capacidades locais para a aplicação eficiente dessas inovações. A análise sugere que políticas públicas que incentivem o acesso e uso das tecnologias da informação, melhorem a infraestrutura geral e estimulem os investidores são essenciais para aumentar a competitividade de uma nação, especialmente no contexto de países em desenvolvimento como o Brasil.

### 3.5. Uma análise da influência de inovação na capacidade competitiva do Brasil

Ao compreender a formação das variáveis explicativas do modelo de regressão de Taranenko, que foi concluída neste trabalho, pode-se iniciar uma análise de desempenho dos indicadores no Brasil.

Rapidamente, percebe-se pelo relatório de análise 1 que o único subíndice do modelo que confere ao país uma vantagem competitiva é o *ICT*, baseado principalmente no índice de *UN E-participations index*, no qual o Brasil ocupa o 24º lugar no ranking mundial.

Relatório de análise 1: indicadores do modelo de regressão de Taranenko para o Brasil

<b>Brasil</b>		
<b>Index</b>	<b>Ranking</b>	<b>Score</b>
<b>Global Innovation Index</b>	<b>69</b>	<b>33.2</b>
<b>Information and communication technologies (ICTs)</b>	<b>42</b>	<b>61.2</b>
ICT access	61	62.8
ICT use	46	51.6
Government's online service	49	59.8
Online e-participation	24	70.6
<b>General infrastructure</b>	<b>91</b>	<b>28.1</b>
Electricity output	65	14.6
Logistics performance	63	39.2
Gross capital formation	98	29.3
<b>Investment</b>	<b>68</b>	<b>35.5</b>
Ease of protecting minority investors	28	65.0
Market capitalization	46	16.4
Total value of stocks traded	23	23.9
Venture capital deals	47	7.4

No entanto, mesmo que o melhor desempenho do Brasil esteja na variável com maior poder de explicação positiva sobre o *Índice Global de Competitividade*, o país ainda se encontra fortemente deficitário nas demais variáveis relevantes, onde se destaca a necessidade de investimento no crescimento do mercado de capitais e, principalmente, em infraestrutura geral.

## CONCLUSÃO

Como teorizado na hipótese desta monografia, o potencial de inovação mostrou ser uma variável com forte poder explicativo para a capacidade competitiva das economias globais, alinhando-se com as teorias de Joseph Schumpeter sobre a dinâmica da inovação e do desenvolvimento econômico. Além disso, conforme observado na pesquisa econométrica realizada por Irina Taranenko, a variável *Tecnologias de Informação e Comunicação (ICTs)* mostrou-se essencial para o desenvolvimento econômico, ecoando as ideias de Alice Amsden sobre a importância do conhecimento e da tecnologia internos nas trajetórias de crescimento dos países em desenvolvimento.

Desta forma, a afirmação de Henrique Ratner (1977), citada na introdução deste trabalho, que destaca a existência de uma "dependência tecnológica" para os países semi-industrializados, revela-se uma ideia satisfatória para a realidade atual. Isso se torna fundamental para as nações subdesenvolvidas, como o Brasil, uma vez que é este progresso que desenvolverá o poder competitivo das economias subdesenvolvidas.

Tento em vista esta conclusão, observa-se que, segundo o modelo traçado ao longo desta monografia, o crescimento do mercado de capitais e o investimento em *infraestrutura geral* são os principais fatores que podem vir a impulsionar o Brasil economicamente frente aos demais países.

Ademais, os dados de 2016 mantêm a conclusão de Taranenko (2012) de que a competitividade baseada na inovação se torna um instrumento eficaz para alcançar objetivos estratégicos em nível macroeconômico, demonstrando que esta conclusão não se restringe apenas a períodos específicos.

Portanto, esta pesquisa, ao averiguar modelos de explicação do potencial macroeconômico das nações e comprovar sua eficácia, pode servir como um complemento e um teste prático para a literatura econômica. Isso possibilita a repetição destes estudos ao longo dos anos, com o objetivo de analisar a permanência de tais resultados ao longo do tempo. Além disso, tais

modelos devem ser aplicados detalhadamente a cada economia afim de entender como seu resultado pode se aplicar às diferentes nações em diferentes estágios de maturação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Francisco. *Desenvolvimento Econômico Local e Distribuição do Progresso Técnico*. 1998.

AMSDEN, Alice. *The Rise of "The Rest"*. 2001.

BANCO MUNDIAL. Global Innovation Index: Global Innovation Index | Indicator Profile | Prosperity Data360. Disponível em: <https://prosperitydata360.worldbank.org/en/indicator/WIPO+GII+235>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

BANCO MUNDIAL. Global Competitiveness Index | Indicator Profile | Prosperity Data360. Disponível em: <https://prosperitydata360.worldbank.org/en/indicator/WEF+GCIHH+GCI>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

BARCELOS, Achyles. *O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter*. 2006.

BLANCHARD, Oliver. *Macroeconomia*. 7ª Edição. Pearson, 2010.

BRESSER-PEREIRA, Luiz. *Desenvolvimento, Progresso e Crescimento Econômico*. 2014.

PAOLINI, Rafael. *Análise do Modelo de Solow e Aplicações Macroeconômicas*. 2015.

RATTNER, Henrique. *Segundo Documento de Trabalho para a pesquisa sobre "Gestão Tecnológica"*. 1997.

SHUMPETER, Joseph. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. 1997.

TARANENKO, Irina. *Strategic Analysis of Innovation. Based competitiveness in the Global Economy*. 2013.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, *The Global Innovation Index 2016*.

WORLD ECONOMIC FORUM, *The Global Competitiveness Report 2016-2017*.