

Índice de Inovação Global - Uma análise da trajetória brasileira entre os anos de 2007 a 2018

Reili Amon-Há*
Rodrigo Gomes de Arruda†
Jocildo Fernandes Bezerra‡
Nelson Paes Leitão§

Resumo

O objetivo do trabalho é apresentar uma discussão sobre o desempenho inovativo do Brasil para os anos de 2007 a 2018, avaliado pelo Índice de Inovação Global (GII). Para isso, analisou-se os relatórios publicados pela *World Intellectual Property Organization (WIPO)* e do Banco Mundial. Apresentando também uma discussão sobre Sistema Nacional de Inovação, com base em Fagerberg (2017). Além disso, estimou-se quais variáveis impactam diretamente no GII, através de uma estimação de dados em painel. Os resultados atestaram para as variáveis gastos em P&D, em proporção do PIB, pesquisadores e recebimentos por inovações tecnológicas.

Palavras-chave: Índice de Inovação Global. Inovação. Sistema Nacional de Inovação.

Abstract

The objective of this paper is to present a discussion about the innovative performance of Brazil for the years 2007 to 2018, evaluated by the Global Innovation Index (GII). For this, we analyzed the reports published by the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the World Bank. Also presenting a discussion on National Innovation System, based on Fagerberg (2017). In addition, it was estimated which variables directly impact the GII, through a panel data estimation. Estimates attested for the variables spent on P&D, in proportion to GDP, researchers and receipts for technological innovations.

Key-words: Global Innovation Index. Innovation. National Innovation System.

Área 9 -Economia Industrial e da Tecnologia

JEL Codes: O3, O38.

*Afiliação Institucional: Professor Substituto do curso de Administração da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço Eletrônico: reiliamon@gmail.com.

†Afiliação Institucional: Professor e Coordenador do Núcleo de Pesquisa da Faculdade Nova Roma - PE. Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço Eletrônico: rodrigogomesdearruda@gmail.com.

‡Afiliação Institucional: Professor Associado IV do Departamento de Economia (DECON) e do Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço eletrônico: jocildo.bezerra@gmail.com.

§Afiliação: Auditor Fiscal da Receita Federal do Ministério da Fazenda e Professor de Macroeconomia do Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES/UFPE). Doutor em Economia pela Universidade de Brasília (2004).

1 Introdução

Apesar do Brasil ter sido o quarto país do mundo a ter uma legislação sobre a concessão de patentes, em 1809, acompanhando os primeiros marcos legais de propriedade industrial - República de Veneza (Lei Veneziana), Inglaterra (Estatuto dos Monopólios), Estados Unidos (Lei de Patentes) e França (Lei de Patentes) - ainda está longe de ser um dos países que mais inovam no mundo (BARBOSA (2003)).

Após tal fato, o Brasil já implementou doze marcos legais de propriedade industrial para tratar das questões das patentes e similares, bem como para estimular o desenvolvimento científico, de pesquisa, de capacitação científico-tecnológica e inovação. Entretanto, os esforços ainda não conseguiram fazer com que o país que logra a oitava posição entre as maiores economias do mundo - de acordo com o Banco Mundial, em 2017 -, sendo a maior da América Latina e do Caribe, ocupe apenas a 64^o posição no Índice de Inovação Global, de acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO - *World Intellectual Property Organization*), ficando muito aquém de alguns países como o Chile (47^o posição), Costa Rica (54^o posição) e México (56^o posição), sendo estes países os mais bem colocados, da América Latina e do Caribe, no *ranking* de inovação em 2018.

Como apontado por Amon-Há et al. (2017) e outros autores (Viotti (2008), de Menezes et al. (2015) e Menezes (2015)), a partir de 1996, o Brasil adequou-se aos requisitos propostos pelo Acordo sobre Aspectos Comerciais e Direitos de Propriedade Intelectual (TRIPS - *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*), e isso resultou em ganhos (como o aumento da exportação de produtos de alta tecnologia), mesmo o Brasil não fazendo uso do prazo total de adequação até 2004, proposto pela TRIPS para países em desenvolvimento.

A partir 2004, o Brasil promoveu três instrumentos para alavancar a Política Inovação Tecnológica. Naquele ano teve-se a ação conjunta da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) - que direcionava a expansão da base industrial por meio da melhoria da capacidade inovadora, visando aumentar a eficiência econômica, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias competitivas. Juntamente, no mesmo ano, teve-se a Lei de Inovação Tecnológica nº 10.973 regulamentada pelo Decreto nº 5.563/05 no qual estabeleceu mecanismos de interação entre o público e o privado com vistas ao desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologias para as empresas, além de estabelecer Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) e os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). E, por fim, a Lei do Bem nº 11.196 que consolidou os incentivos fiscais para pessoa jurídica de forma automática, desde que realizada atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Ou seja, o grande intuito era aumentar a competitividade da indústria nacional a partir de incentivos à inovação e à agregação de valor, por meio de um conjunto de medidas de estímulos ao investimento e à inovação, apoio ao comércio exterior, defesa da indústria nacional e do mercado interno.

Entre o período de 2004 a 2014 a despesa com Pesquisa e Desenvolvimento, em proporção do PIB, cresceu apenas 0,16%, enquanto que o déficit da balança comercial tecnológica cresceu 322,15%, entre os anos de 2004 a 2017. Em compensação, o número de técnicos e pesquisadores, por milhões de pessoas, cresceu 77,48%; o total de aplicações de patentes subiu do patamar de 16 mil para 28 mil depósitos, representando um aumento de 67,5%; e os artigos em periódicos científicos e técnicos, na área de tecnologia, cresceram 145,11%. Esse contexto, no campo da inovação, sugere a necessidade de analisar os impactos dinâmicos entre essas variáveis e sua relação com o índice global de inovação.

O Índice Global de Inovação (*Global Innovation Index - GII*) classifica a capacidade inovativa dos países baseado nos parâmetros: Instituição e Política, Capacidade Humana, Infra-estrutura, Sofisticação Tecnológica e Mercados de Negócios, para chegar a um *ranking* global para nações sobre inovação usando a metodologia desenvolvida pelo Professor Soumitra Dutta, do Departamento Nacional das Indústrias da Índia (INSEAD).

Nos últimos anos, o mundo tem testemunhado o poder da inovação e seus vários componentes, revolucionando o cenário econômico e empresarial. Com o avanço do conhecimento, o mundo também está vendo como a inovação capacita indivíduos, comunidades e países com profundo impacto nos negócios, na política e

na sociedade. O que é igualmente evidente é o papel crescente que a inovação desempenha na aceleração do crescimento econômico e na promoção do desenvolvimento.

Portanto, na atual situação econômica global, os formuladores de políticas e líderes empresariais reconhecem a necessidade de criar um ambiente propício a inovação e difundir seus benefícios em todos os setores da sociedade. A importância da prontidão para a inovação, especialmente em nível nacional, alcançou proeminência na agenda de políticas públicas, com a percepção de que as políticas, insumos e ambiente adequados podem ajudar os países a realizar seu potencial nacional e possibilitar uma melhor qualidade de vida para os países e seus cidadãos.

Sendo assim, o objetivo geral do artigo é avaliar o impacto das variáveis: números de pesquisadores e técnicos em P&D, artigos publicados em jornais e revistas acadêmicas - na área tecnológica e os gastos com *royalties* em patentes sobre o Índice de Inovação Global. O artigo utilizou-se dos dados fornecidos pela Organização Mundial da Propriedade Industrial (*World Intellectual Property Organization*) e do Banco Mundial para analisar as séries temporais fornecidas a partir de 2004.

Além disso, o artigo apresenta uma breve explanação sobre o sistema de inovação, sobre o índice de inovação global e o desempenho do Brasil, com relação ao Índice de Inovação Global, entre os anos de 2007 a 2018.

O artigo, além desta introdução, segue uma estrutura de discussão teórica sobre políticas e sistemas de inovação, uma seção com a metodologia de Dados em Painel, a análise dos dados e resultados, e por fim, a conclusão.

2 Referencial Teórico

Esta seção tem como proposta apresentar o que venha ser política de inovação e o sistema nacional de inovação. Ademais, a seção traz uma explanação sobre a definição e os aspectos evolutivos do Índice de Inovação Global.

2.1 Políticas de Inovação

A popularidade do termo "política de inovação" é de origem recente, como aponta Fagerberg et al. (2011). Segundo os autores, o ambiente intelectual se desenvolveu em torno da *Science Policy Research Unit (SPRU)* da Universidade de Sussex, na Inglaterra, a partir do final da década de 1960. Entretanto, foi a partir da década de 1990, quando organizações internacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (ao lado de vários governos nacionais) começaram a prestar atenção ao fenômeno inovativo (EDQUIST (2010) E LUNDVALL (2007)).

O termo "política de inovação" pode ser usado de diferentes maneiras. Por exemplo, pode ser definido amplamente como todas as políticas que têm impacto sobre a inovação, ou de forma mais restrita, como os instrumentos de política que são criadas com a intenção de afetar a inovação Edquist (2005). No entanto, se o interesse for nos impactos da política de inovação e desempenho econômico, a primeira definição mais abrangente é a mais apropriada.

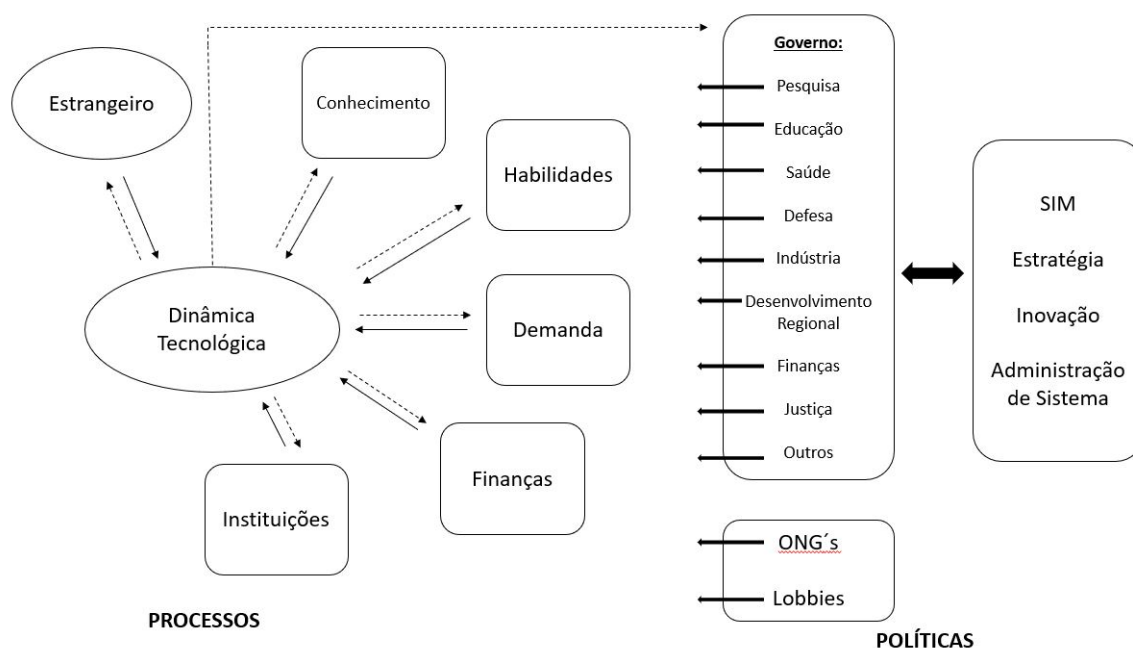
Diferentes usos do termo também podem refletir diferentes entendimentos de inovação, com relação a todo o processo, desde o surgimento de novas ideias até a difusão nos setores econômicos e sistema social (definição ampla), assim como, limitado à primeira ocorrência de um novo produto, processo ou formas de utilização. Com isso, o interesse da inovação, por parte dos pesquisadores econômicos, está ligado aos benefícios e efeitos econômicos que a inovação assume, não apenas para o inovador, mas para um país ou região como um todo. Nesta perspectiva, a definição mais ampla faz mais sentido, visto que o interesse principal é o seu impacto, não na criação do produto, mas sim, na sua difusão e uso subsequentes (KLINE E ROSENBERG (1986)).

Além disso, Lundvall e Borrás (2005) e Boekholt et al. (2010) destacam que o foco das políticas, os termos usados e as teorias que sustentavam a sua concepção e implementação, mudaram ao longo do tempo. Por exemplo, enquanto que na década de 1960 o foco estava na ciência - e, portanto, o termo "política científica" era o mais usado, nas décadas subsequentes mudou para a tecnologia, de forma mais abrangente, então passou-se a utilizar o termo "política tecnológica" e, mais recentemente, inovação - com o termo associado - "política de inovação". No qual, visam concretizar o Sistema Nacional de Inovação (SNI).

2.1.1 Sistema Nacional de Inovação

As primeiras análises empíricas dos sistemas nacionais de inovação foram de natureza descritiva e enfocaram o que os autores consideraram como os principais atores e suas inter-relações (NELSON (1993)). Como consequência, esses estudos tinham uma perspectiva estática, concentrando-se nas características do sistema em um determinado ponto do tempo e não em sua dinâmica.

Após a virada do milênio, os estudos acadêmicos sobre sistemas de inovação deram uma reviravolta com um foco mais nítido na relação entre a produção do sistema de inovação (sua dinâmica tecnológica) e os fatores que a influenciam (LIU E WHITE (2001); EDQUIST (2005); BERGK ET AL. (2008)).



Fonte: Adaptado de Fagerberg (2017)

Figura 1: Sistema Nacional de Inovação: Dinâmica, Processos e Política

A figura 1 ilustra a dinâmica de um sistema nacional de inovação, de acordo com Fagerberg (2017). O *output* ou saída do sistema, ou seja - a difusão e uso de tecnologia - é rotulada de "dinâmica tecnológica". É o resultado de influências do exterior (estrangeira), atividades dentro do setor empresarial e interação com os agentes em outras partes da sociedade.

Na figura, a dinâmica tecnológica é retratada como influenciada por seis processos genéricos no sistema nacional de inovação, denominados: estrangeiro (exterior), conhecimento, habilidades, demanda, finanças e instituições. As influências na dinâmica tecnológica desses processos são indicada com setas sólidas, enquanto

os possíveis *feedbacks* da dinâmica tecnológica sobre os processos genéricos são representados por setas pontilhadas.

Os formuladores de políticas podem influenciar a dinâmica tecnológica, ajudando a moldar os processos que os impacta. Para isso, precisa-se ter acesso a uma base de conhecimentos de apoio adequado e precisam coordenar as políticas em diferentes domínios. Suas ações também serão motivadas por escolhas estratégicas que eles fazem e suas "visões" para o desenvolvimento da sociedade. Portanto, rotula-se esse processo como "gerenciamento estratégico do sistema de inovação". Seus incentivos para fazê-lo também podem ser afetados por quão vibrante a dinâmica tecnológica é concebida, dando origem a um *feedback* do desempenho na política.

O aspecto **estrangeiro** é a influência que um sistema nacional de inovação pode receber dos demais países, ou dos sistemas de inovação estrangeiro. Muito dos avanços oriundos dos países desenvolvidos acabam dando norteamento e contribuição para as diretrizes de sistemas nacionais de inovação menos desenvolvidos. Países que possuem uma abertura comercial mais ampla ou migrações de pessoas e/ou pesquisadores auxiliam no processo de desenvolvimento do sistema de inovação, visto que podem concretizar em seus países as experiências vivenciadas em outras localidades.

Com relação ao **conhecimento** - no qual pode, por exemplo, ser fornecido por organizações públicas de P&D (Universidades, Centros Tecnológicos e de Pesquisa, etc.) que complementam as capacidades das empresas e por meio de esquemas que promovem a interação entre empresas e outros atores (por exemplo, cooperação em P&D). Tais processos são influenciados por várias camadas dentro das esferas governamentais, tais como: ministérios voltados para pesquisa, para o desenvolvimento tecnológico da indústria, desenvolvimento regional, saúde, defesa e etc. (FAGERBERG (2017)).

Em sequência, ressalta-se as **competências** - de forma específica ou mais gerais, são essenciais para a capacidade das empresas de gerar dinâmicas tecnológicas, e a prestação destas é normalmente da responsabilidade dos órgãos educacionais, mas outras também podem ser desenvolvidas pelas empresas (FAGERBERG (2017)).

No aspecto relacionado as **demandas** - sem demanda por novas soluções inovadoras, as empresas não avançam no sentido tecnológico, e também com relação aos produtos e processos. O governo pode auxiliar as restrições, não só de ordens financeiras, mas também, apoiando a criação de mercados para soluções inovadoras, alterando padrões e regulamentos e usando contratos públicos proativamente para promover a inovação (EDLER E GEORGHIOU (2007) E EDQUIST E ZABALA-ITURRIAGAGOITIA (2012)). Tais políticas são de ordem ministeriais, como os de defesa, energia, meio ambiente e saúde, entre outros.

No tocando as **finanças** - são necessárias para que a inovação persista. Algumas iniciativas inovadoras, particularmente de pequenas empresas, empreendedores ou em casos caracterizados por alta incerteza, podem ter dificuldades em obter as finanças necessárias nos mercados financeiros comuns e, nesses casos, o setor público pode desempenhar um papel importante (FAGERBERG (2017)).

E, por fim, as **instituições** - referem-se as "regras do jogo" que influenciam as ações empresariais. Eles variam de leis e regulamentos, ficando a cargo dos órgãos judiciais. Sendo assim, as instituições moldam os requisitos para criação ou fechamento de empresas, regulamentos relativos à contratação ou demissão de pessoas e à prevalência de corrupção. As instituições costumam ser consideradas relativamente estáveis, mas as leis e regulamentos de relevância para as atividades empresariais às vezes mudam, muitas das vezes relacionados à "voz" por parte da comunidade empresarial, mas também as outras camadas da sociedade (textscFagerberg (2017)).

Por conseguinte, uma característica a se destacar são as forças complementaridades que comumente existem entre as diferentes partes de um sistema de inovação ou instrumentos de política Freeman (2002). Se, em um sistema dinâmico, um fator crítico, complementar, estiver "faltando", ou não progredindo, isso pode bloquear ou desacelerar o crescimento de todo o sistema. Por exemplo, é de menor proveito se ter conhecimento superior se a sociedade não tiver as habilidades necessárias para sua exploração, ou se faltar financiamento ou demanda. Assim, os processos que as políticas podem influenciar são em grande medida complementares, e assim, decorre que o efeito de uma política específica não pode ser avaliado isoladamente, isto é, independente

de outras políticas relevantes (FLANAGAN ET AL. (2011)).

Aplicar com sucesso a abordagem do sistema de inovação às políticas requer, portanto, o desenvolvimento de novos instrumentos sistêmicos Smits e Kuhlmann (2004), facilitando a criação, adaptação e coordenação de políticas Braun (2008). O exemplo mais concreto e de destaque é o caso da Finlândia, onde nos anos 1990, o seu foco era o aumento dos investimentos nacionais em P&D, mas com o passar dos anos, ampliou-se em suas políticas, passando a perceber a inovação não apenas em "alta tecnologia", mas sim, uma "inovação social", onde a inovação pode ser encorajada (incluindo a inovação orientada pela demanda e pelo utilizador) e para o que é relevante, por exemplo, para o setor público (MIETTINEN (2013)).

2.2 Índice de Inovação Global (GII) - Definição e Aspectos Evolutivos

O Índice de Inovação Global (GII) foi desenvolvido conjuntamente por *Johnson Cornell University*, *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e pela *The Business School for the World* (INSEAD), no ano de 2007. Inicialmente, o índice foi concebido como um modelo formal para ajudar a mostrar o grau em que nações e regiões individuais respondiam ao desafio da inovação. Essa prontidão para resposta está diretamente ligada à capacidade de um país de adotar e se beneficiar de tecnologias de ponta, maior capacidade humana, desenvolvimentos organizacionais e operacionais, e melhor desempenho institucional. O GII pretendia servir não apenas como meio de determinar a capacidade de resposta relativa de um país, mas também dá uma imagem mais clara dos seus pontos fortes e deficiências em relação às políticas e práticas relacionadas à inovação.

A princípio, o índice possuía oito pilares que eram agrupados em duas categorias separadas: "*inputs*", fatores que sustentam a capacidade de inovação, tais como instituições e políticas, capacidade humana, infraestrutura, sofisticação tecnológica e mercados de negócios e capital; e "*output*", os benefícios que uma nação deriva dos insumos em termos de criação de conhecimento, competitividade e geração de riqueza.

O pilar **Instituições e Políticas** analisava a estabilidade política geral de um país, a eficácia de seu governo para implementar leis, gerenciar regulamentações e responder às preocupações dos cidadãos. A estrutura institucional em um país pode auxiliar ou dificultar a inovação. Embora seja necessário um certo nível de regulamentação para o funcionamento da economia, se mal administrada, atua como um impedimento à inovação e aos inovadores. Governos que promulguem e apliquem procedimentos justos e abertos, protegem os direitos de propriedade reais e intelectuais, regulam os mercados eficientemente e diminuem o ônus das regulamentações (SCHWAB E PORTER (2008)).

O segundo pilar analisava a **Capacidade Humana** dos países, no qual possuem ligação intrínseca no desenvolvimento de novas ideias. Visto que a inovação não pode florescer sem investimento adequado no sistema educativo. Portanto, é imperativo ter instituições de boa qualidade de ensino superior e centros de P&D (SCHWAB E PORTER (2008)).

Os componentes do pilar **Infraestrutura** destacava a importância crítica das Tecnologias de Comunicação da Informação (TIC) e da infraestrutura geral como facilitadores da inovação. Há pouco mais de duas décadas, uma discussão sobre inovação não destacava a importância específica das TIC. Mas em um quarto de século - pela velocidade de sua evolução e difusão, suas qualidades complementares, as eficiências econômicas e avanços intelectuais alcançados por meio de pessoas e dados em rede - as TIC tornaram-se um componente vital da infra-estrutura de uma economia baseada em conhecimento (SCHWAB E PORTER (2008)).

O pilar da **Sofisticação Tecnológica** destacava o nível de tecnologia do país, contratação governamental de tecnologia avançada, o uso da internet por parte das empresas, bem como a absorção de tecnologia das empresas, gastos em P&D, pagamentos de *royalties* de licenças e colaboração de P&D em empresas e universidades (SCHWAB E PORTER (2008)).

E, por fim, o pilar **Mercados de Negócios e Capital** analisava os fluxos de capital, o acesso aos empréstimos e o nível de sofisticação dos mercados financeiros, bem como, a emissão de ações no mercado acionário local.

Além disso, incorporava elementos como investimento privado em TIC e a estimativa da economia informal (SCHWAB E PORTER (2008)).

No âmbito dos 'outputs' o pilar da **Criação de Conhecimento** refletia o grau em que um país pode se desenvolver e aplicar conhecimento para aumentar os componentes de valor agregado em produtos e serviços, bem como, em geral, para uma economia impulsionada pela inovação. Com relação ao pilar **Competitividade** o índice explicitava que os produtos inovadores nas indústrias dão às nações uma vantagem sobre suas rivais. Mas para que esses produtos sejam uma tecnologia popular entre os mercados, o número de fabricantes concorrentes também deveria ser aumentado, para assim atingir uma relação saudável entre a indústria e o número de produtos inovadores, combinados com boas vendas locais e exportações consideráveis. O pilar levava em conta outros fatores como bens e exportação de serviços, intensidade da concorrência local e amplitude dos mercados internacionais. E o pilar **Geração de Riqueza** era uma medida tangível dos resultados da inovação. As medidas comuns para a riqueza incluem a taxa de crescimento anual do Produto Interno Bruto (PIB), PIB *per capita* e o volume de ações negociadas. O consumo de energia elétrica também foi incorporado, já que esses níveis de consumo estão altamente correlacionados com a riqueza das famílias (SCHWAB E PORTER (2008)).

Cada pilar do índice era medido por um número de variáveis: quantitativas e qualitativas. As pontuações médias dos pilares de entrada e saída juntos forneciam uma pontuação geral - o Índice de Inovação Global que variava de zero a sete.

Esses dados, apesar de sua natureza subjetiva, são cruciais para uma compreensão adequada de muitos fatores essenciais subjacentes ao desempenho inovador de uma nação ou região. Exemplos deste último incluem conceitos como a qualidade da governança corporativa, a excelência geral das instituições científicas e a qualidade das proteções aos direitos de propriedade intelectual.

O GII-2007, que foi a primeira e mais abrangente avaliação das capacidades de inovação de seu tipo, foi lançado em janeiro de 2007, quando a economia global estava cheia de dinâmicas e expectativas de crescimento. Nos anos subsequentes, no entanto, apresentou-se o segundo relatório da série, o *Global Innovation Index e Report 2008-2009*, tendo como pano de fundo um quadro completamente diferente marcado pela maior incerteza na economia global. Pois, nos últimos dois trimestres, daquele ano, o ambiente econômico global sofreu uma mudança marcante: atingido por vários choques da crise hipotecária, crise financeira, inflação e desaceleração crescentes. Como na primeira edição, o relatório do ano de 2008/2009 foi a avaliação mais abrangente da inovação - dessa vez 130 nações.

Diferentemente do relatório de 2007, o GII manteve a estrutura dos pilares dos 'outputs' e sua escala numérica contínua de zero a sete, porém modificou os dois últimos pilares da categoria dos 'inputs', sendo organizados da seguinte forma: instituições e políticas, capacidade humana, infra-estrutura, sofisticação do mercado e sofisticação empresarial.

Com isso, o índice passou a analisar no pilar **Sofisticação do Mercado** o acesso a instituições financeiras e investidores dispostos a apoiar empreendimentos e empreendedores, visto que a expansão de negócios são essenciais para incentivar atividades empresariais inovadoras. O Pilar de Sofisticação do Mercado mede uma série de fatores relacionados à capacidade de uma economia de fornecer um mercado favorável ao ambiente para a inovação. Tal ambiente é essencial para qualquer inovação possa surgir. Um mercado eficiente garante acesso ao crédito para empresários individuais e corporativos, um fluxo constante de investimento direto estrangeiro (IED) e sistema de formação de capital (SCHWAB E PORTER (2008)).

Já o pilar **Sofisticação Empresarial** passou a analisar quão competentes as empresas são no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias em suas práticas, produtos e serviços. Refletia também qualidade geral da fabricação e serviços domésticos e como as empresas são receptivas ao mercado. Gastos com TIC, como porcentagem do PIB, é um dos indicadores principais.

Para o ano de 2009/10 o relatório do Índice de Inovação Global analisou 132 economias. Novos pilares foram incluídos, a saber, os "Resultados Criativos e Bem-Estar", que tem dois subcomponentes: resultados criativos e benefícios para o Bem-Estar Social. Enquanto que o primeiro sub-pilar reflete o desempenho no campo

das indústrias criativas, o segundo leva em consideração elementos de bem-estar social como o coeficiente de Gini e o PIB *per capita* (SCHWAB E PORTER (2008)).

O GII - 2009/10 manteve os cinco pilares de capacitação ('*inputs*'): Instituições, Capacidade Humana, Infraestrutura Geral e de Tecnologia de Comunicação da Informação (TIC), Sofisticação de Mercados e Negócios (Empresariais). Os pilares dos '*inputs*' definem os aspectos do ambiente propício para estimular a inovação dentro de uma economia. Já o campo '*output*' que fornecem evidências dos resultados da inovação dentro da economia, passou a pautar-se em dois pilares: *outputs* científicos e, resultados criativos e bem-estar.

Para o ano de 2011 o Índice Global de Inovação (GII) baseou-se na mesma estrutura de dois subíndices, o Sub-índice de Entrada de Inovação ('*input*') e o Sub-índice de Produção de Inovação ('*output*'), cada um construído em torno dos pilares já conhecidos, como o intuito de capturar os elementos da economia nacional que permitem atividades inovadoras: (1) Instituições, (2) Capital humano e pesquisa, (3) Infraestrutura, (4) Sofisticação do mercado, e (5) sofisticação empresarial. E os dois pilares de produção que capturam as evidências reais dos resultados da inovação: (6) produtos científicos e (7) produtos criativos.

A estrutura do índice de 2011 permanece até o último relatório publicado em outubro de 2018, passando a ter uma escala mais ampla, com um intervalo contínuo de 0 (zero) a 100 (cem). Além disso, cada pilar foi dividido em três sub-pilares, onde cada um dos quais é composto por indicadores individuais, conforme mostrado no anexo.

3 Metodologia

Nesta seção apresentam-se as descrições das variáveis utilizadas e o modelo de regressão em dados de painel.

3.1 Variáveis

A estrutura conceitual do **Índice de Inovação Global (GII)** é a média simples das pontuações do sub-índice de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*). O Sub-índice Inovação de Insumos é composto por cinco pilares de entrada que capturam elementos da economia nacional que permitem atividades inovadoras: (1) Instituições, (2) Capital humano e pesquisa, (3) Infraestrutura, (4) Sofisticação de mercado, e (5) sofisticação empresarial. O sub-índice de saída de inovação fornece informações sobre as saídas que são os resultados de atividades inovadoras dentro da economia. Existem dois pilares de saída: (6) Saídas de conhecimento e tecnologia e (7) Produtos criativos.

O Índice de Eficiência da Inovação é a razão entre a pontuação do Sub-Índice de Produção e da pontuação do sub-índice de entrada. Cada pilar é dividido em três sub-pilares e cada sub-pilar é composto por indicadores individuais, para um total de 80 indicadores.

Já **pesquisadores** consiste no número de técnicos e pesquisadores que participam na Pesquisa e Desenvolvimento (P & D), expresso em milhões. Técnicos e Pesquisadores são pessoas que realizam tarefas científicas e técnicas envolvendo a aplicação de conceitos e métodos operacionais, além disso, aprimoram ou desenvolvem conceitos, teorias, modelos de técnicas de instrumentação, softwares de métodos operacionais.

Os **artigos de periódicos científicos e técnicos** referem-se ao número de artigos científicos e de engenharia publicados nos seguintes campos: física, biologia, química, matemática, medicina clínica, pesquisa biomédica, engenharia e tecnologia e ciências da terra e do espaço.

Os **recebimentos** são os encargos recebidos pelo uso de propriedade intelectual, por outros países em dólares. E os **pagamentos** são os encargos pagos pelo uso de propriedade intelectual, por outros países em dólares.

Em geral, as cobranças pelo uso da propriedade intelectual são pagamentos e recebimentos entre residentes e não residentes pelo uso autorizado de direitos de propriedade (como patentes, marcas registradas, direitos

autorais, processos industriais e desenhos incluindo segredos comerciais e franquias) e pelo uso, através de acordos de licenciamento, de originais ou protótipos produzidos (tais como direitos autorais de livros e manuscritos, software de computador, obras cinematográficas e gravações sonoras) e direitos relacionados (como para apresentações ao vivo e televisão, cabo ou transmissão via satélite). Os dados estão em dólares americanos atuais.

As **Despesa em pesquisa e desenvolvimento** (% do PIB) são despesas internas em pesquisa e desenvolvimento (P & D), expressas como porcentagem do PIB. Incluem capital e despesas correntes nos quatro principais setores: empresa, governo, ensino superior e privado sem fins lucrativos.

3.2 Modelo de Dados em Painel

Os dados em painel podem ser vistos como uma combinação (*pooling*) de dados de seção cruzada (*cross section*) e dados de série temporal, de modo que:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde $i = 1, \dots, N$ e $t = 1, \dots, T$, no qual o subscrito i refere-se aos indivíduos (países) e t ao tempo. Y é o vetor $NT \times 1$ da variável dependente (Índice de Inovação Global - GI); X é a matriz $N \times K$ das variáveis explicativas do modelo (números de técnicos e pesquisadores em P&D, números de artigos publicados em jornais e revistas da área tecnológica, o rendimento recebido pela tecnologia apresentada no país, rendimento gastos com o pagamento da tecnologia utilizada e o percentual do PIB gastos em P&D) e β é um vetor de $k \times 1$ dos coeficientes.

Dessa forma, as observações denotam características dos países analisados ao longo do tempo. Como destaca Greene (2003), no modelo de dados em painel, o foco central da análise está na heterogeneidade entre as características dos indivíduos. Além disso, a análise está baseada em um painel balanceado, onde tem-se o mesmo número de observações para todos os países.

No modelo (1) considera-se a seguinte estrutura do termo de erros:

$$\varepsilon_{it} = \alpha_{it} + \eta_{it} \quad (2)$$

onde:

- α_{it} é o efeito específico de cada país, que não é observado. Este efeito varia com o país, mas é constante ao longo do tempo. O termo α_{it} pode ou não estar correlacionado com as variáveis explicativas (X_{it}) e;
- η_{it} é o elemento combinado da série temporal e do corte transversal, que não está correlacionado com X_{it} , por hipótese. Ou seja, esta segunda parte do termo de erro não varia sistematicamente ao longo do tempo e dos países.

Conforme Johnston e DiNardo (1997), a maioria das aplicações empíricas acerca de dados em painel envolve um dos seguintes pressupostos com relação ao efeito da unidade observável: α_{it} pode ou não está correlacionado com as variáveis explicativas (X_{it}). Não estando correlacionado, tem-se um caso de modelo com efeitos aleatórios; e estando correlacionado com as variáveis explicativas, tem-se um modelo de efeitos de efeitos fixos, os quais descrevem-se a seguir.

3.3 Modelo de Efeitos Fixos

Considerando o pressuposto que $Cov(X_{it}, \alpha_{it}) \neq 0$, é necessário estimar o modelo condicionado à presença de efeitos fixos, com o modelo descrito como sendo:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_{it} + \eta_{it} \quad (3)$$

onde os α_{it} são tratados como parâmetros desconhecidos a serem estimados. Conforme Johnston e DiNardo (1997) apontam que α_{it} não possam ser estimados consistentemente, pode-se obter outros estimadores consistentes a partir do seguinte modelo:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + D_i\alpha_{it} + \eta_{it} \quad (4)$$

no qual, D_i refere-se ao conjunto de n variáveis *dummy* para cada indivíduo (país).

Entretanto, na maioria das aplicações, a maneira mais simples de implementar o estimador de efeitos fixos é incluir variáveis *dummy* para cada unidade de seção cruzada. Porém, se n for muito grande, a tarefa de calcular os coeficientes para cada indivíduo, pode ser proibitiva. Dessa forma, outra maneira de se estimar os efeitos fixos é:

- Transformar todas as variáveis por subtração das médias específicas do indivíduo (país), tal como:

$$Y_{it} - Y_i = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + (\eta_{it} - \bar{\eta}_i) \quad (5)$$

- Estimar por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) o modelo para as variáveis transformadas.

3.4 Modelo de Efeitos Aleatórios

Como mencionado anteriormente, o pressuposto que distingue o modelo de efeitos fixos do modelo de efeitos aleatórios é o fato de que neste último, o efeito específico da unidade observável, α_{it} , não está correlacionado com X_{it} . Sendo assim, o modelo de efeitos aleatórios é expresso da seguinte forma:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

onde $\varepsilon_{it} = \alpha_{it} + \eta_{it}$.

No modelo de efeitos aleatórios, a diferença entre os indivíduos (países) é captada de forma aleatória, através do termo de erro, α_{it} .

Para Johnston e DiNardo (1997), se o modelo de efeitos aleatórios para uma dada aplicação é o verdadeiro modelo, sua estimação por MQO apresentará algumas falhas, tais como: i) O método de MQO produzirá estimativas consistentes para matriz dos β , porém os erros-padrão nada podem afirmar; ii) O método de MQO não será eficiente quando comparado com o procedimento de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG). Portanto, no modelo de efeitos aleatórios, o método de estimação adequado é o de MQG, no qual fornecerá estimadores eficientes.

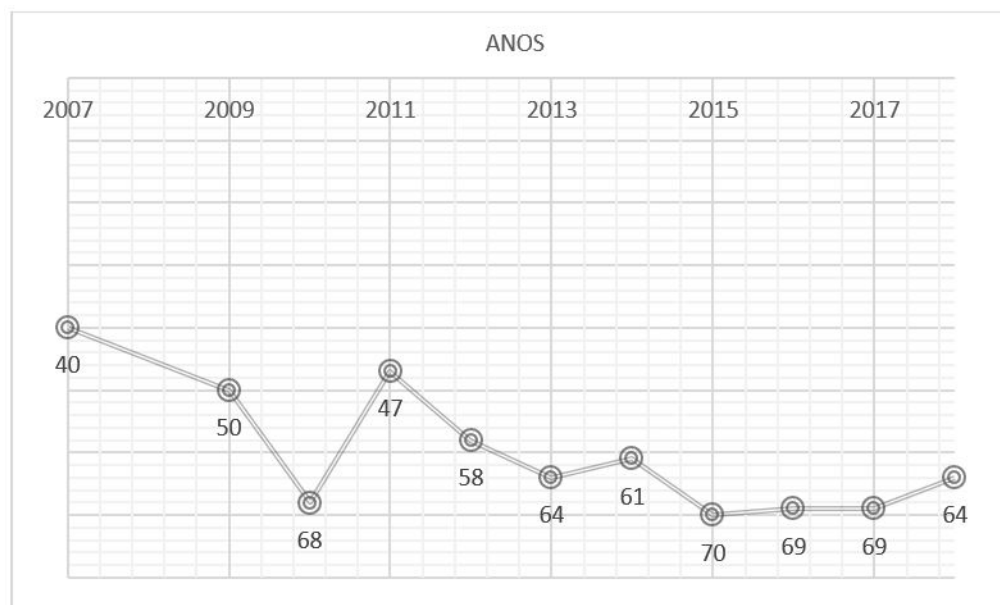
4 Análise dos Dados e Resultados

Primeiramente esta seção apresenta a trajetória da inovação do Brasil, através dos relatórios publicados pelo *World Intellectual Property Organization* (WIPO), em especial, o destaque com relação ao Índice de Inovação Global e seus determinantes. Em sequência, temos a avaliação do impacto no Índice de Inovação Global pelas variáveis selecionadas.

4.1 Índice de Inovação Global do Brasil - 2007 a 2018

O Brasil, ao longo da última década, logrou um desempenho muito ruim com relação a sua capacidade inovativa, em comparação aos demais países analisados, perdendo posições tanto no cenário mundial quanto na

América Latina. O gráfico abaixo mostra a trajetória das posições do Brasil, no *ranking* dos países analisados pelo WIPO.



Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos relatórios: The World's Top Innovators 2007-2018.

Figura 2: Overall Ranking Brazil - Índice Global de Inovação 2007/18

No **ano de 2007** o Brasil apresentou a sua melhor posição, no *ranking* dos países que mais inovaram, de acordo com o Dutta e Caulkin (2007), obtendo um *score* de 2,84, no qual lhe rendeu a quinta posição entre os países da América que mais inovaram, acompanhando os Estados Unidos (1º no *ranking* - *score* de 5,80), o Canadá (8º no *ranking* - *score* de 4,06), Chile (33º no *ranking* - *score* de 3,03) e México (37º no *ranking* - *score* de 2,88).

Uma análise para o Brasil, juntamente com os BRICS¹, foi trazida por Dutta e Caulkin (2007), ao destacar que há uma clara diferença entre as emergentes potências asiáticas, Índia e a China (23º e 29º no *ranking*, respectivamente) com relação a África do Sul (38º), Brasil (40º) e Rússia (54º). Talvez previsivelmente, todos eles se saem melhor nos *outputs* do que nas medidas dos *inputs*.

No entanto, os Brics apresentaram um enorme potencial inovador; por exemplo, a China e a Índia formaram milhares de engenheiros e graduados em ciências por ano. Entretanto, ambas apresentavam restrições regulatórias e de custos significativos em muitas áreas do capital e do mercado de trabalho - muitas vezes, a entrada de empresas estrangeiras, em suas economias, é controlada, dificultando a concorrência (DUTTA E CAULKIN (2007)).

Embora o número absoluto de graduados seja alto, há um foco inadequado em P&D de ponta - na Índia, a proporção de profissionais empregados em pesquisa para a força de trabalho total é de 157 por milhão, comparada com 4.099 nos EUA, 2.800 na Coreia do Sul, 1.111 no Brasil, 3.787 da Rússia, 589 na China e aos 510 da África do Sul, para aquele período. Porém, ambos os países, China e Índia, estão retidos pela infraestrutura precária, apresentando uma média mais baixa neste pilar do que o Brasil e a Rússia. A Índia estava no top 10 mundial para negócios e mercados, e em um respeitável 24º em instituições e políticas, mas a China apareceu na 81º posição para este último pilar.

¹Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Expressão criada pelo grupo financeiro *Goldman Sachs* em 2001, chefiado pelo economista inglês Jim O'Neil.

Rússia e Brasil apresentaram também um sólido potencial humano. Embora o Brasil tenha apresentado melhores negócios e mercados do que a Rússia e a China, todos os três são prejudicados em termos de inovação por suas instituições e políticas. Embora algum progresso tenha sido alcançado, a corrupção é endêmica e a propriedade intelectual e os sistemas legais são fracos. Se e quando essas questões forem extintas, os Brics terão uma parcela de contribuição significativa na rede global de inovação Dutta e Caulkin (2007).

Para o **ano de 2008/09** o Brasil declinou dez posições no *ranking* global da inovação, apresentando um GII igual a 3,25, e logrando ainda a quinta posição no *ranking* entre os países da América, seguindo: Estados Unidos (*score* de 5,28 e 1º no *ranking* global), Canadá (*score* igual a 4,63 e 11º no *ranking* global), Chile (com índice de 3,51 e 39º no *ranking*) e Costa Rica (*score* de 3,27 e 48º no *ranking* agregado) Schwab e Porter (2008).

Em relação aos BRICS, nesse período, a China apresentou-se como sendo a economia mais inovadora do grupo, configurando-se na 37º posição com um índice de 3,59, seguido da Índia, na 41ª posição e um GII igual a 3,44. Uma coisa notável e que foi observada no relatório deste biênio foi que todos esses países tiveram uma alta pontuação no pilar de capacidade humana, que está relacionado ao desenvolvimento de novas ideias (SCHWAB E PORTER (2008)).

Com relação ao **ano de 2009/10** o Brasil declinou acentuadamente no Índice de Inovação Global, perdendo 28 posições, com relação ao ano de 2007 e 18 posições com relação ao ano anterior, apresentando um *score* de 2,97. Esta queda tem vários fatores, porém o que se ressalta é que o índice passou a ser mais complexo e ampliado, tendo cinco pilares com relação aos *inputs* de inovação e dois pilares para os *outputs* de inovação.

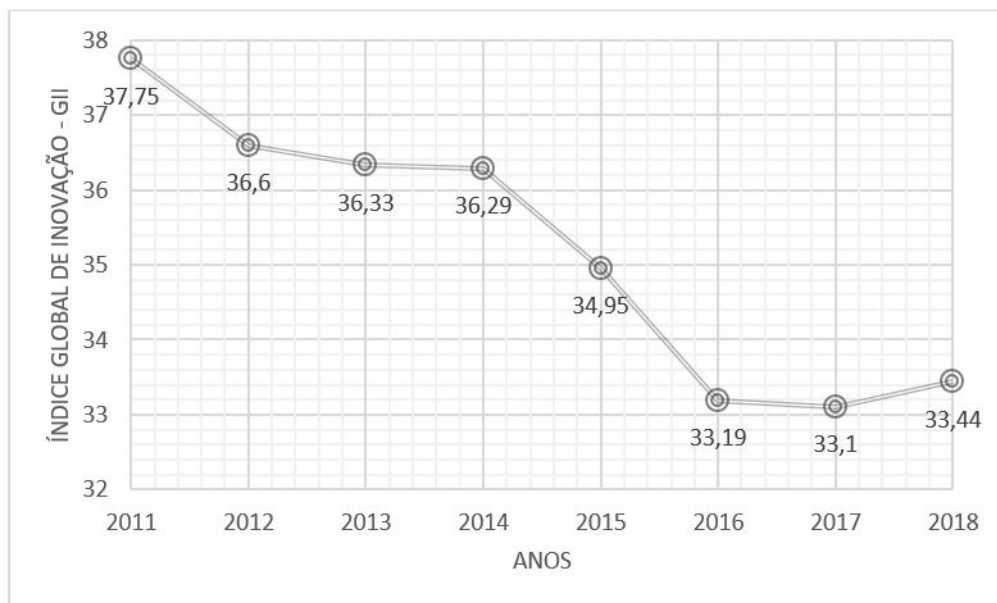
Nessa época o Brasil apresentou o pior desempenho desde que o índice foi lançado. Evidencia-se sua posição perante os demais países da América Latina e Central, mostrando que a economia brasileira foi menos inovativa que países como Uruguai, Barbados, Trinidad e Tobago e Panamá. Para Schwab (2009) o Brasil ainda apresentava fatores atenuantes, que impediram a prosperidade do ambiente inovativo, como desigualdade de renda, altas taxas de criminalidade, descoordenação governamental das políticas de inovação e atrasos nas liberações de patentes, juntamente com os processos de inovação, por parte do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI).

Neste mesmo período, o Brasil apresentou uma taxa de 1,12% do PIB com gastos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), juntamente com uma educação primária de baixa qualidade, que gera uma limitação de inovação, tanto comercial, como de bens e serviços, e assim, uma discrepância entre inovação orientada para a oferta e a demanda impulsionada pelo mercado. Além disso, o Brasil apresentou um crescimento econômico negativo, na ordem de -0,3%.

Para o **ano de 2011** o Brasil apresentou o seu melhor desempenho no campo inovativo, entre o período de 2007 a 2018, ocupando a 47ª posição no *ranking* de inovação e um coeficiente igual a 37,75, conforme pode ser visto no gráfico a seguir.

Além de ter apresentado um crescimento econômico na escala de 2,7%, alcançando a 6ª posição de maior economia do mundo. De acordo com Schwab et al. (2010) o Brasil alcançou uma notável 32ª posição no Sub-Índice de Produção, superando o *ranking* de *output* entre os países de renda média. Os pontos fortes do Brasil pelo pilar dos *inputs* veio de um bom equilíbrio geral. O país alcançou posições entre os 30 primeiros em pedidos de modelos de utilidade e pedidos de marcas, por residentes, no INPI, apresentando uma taxa de crescimento da produtividade do trabalho em 3,9%, exportação de computadores e serviços de comunicações (57% do total comercializado) e exportações de serviços criativos (em 20,9% do total) bem como sobre o uso de TIC nos negócios e modelos organizacionais.

Esses resultados são destacáveis, em face das fraquezas do Brasil, onde vários outros indicadores estavam aquém do nível médio, tais como: Despesa bruta em P&D (1,1% do PIB); participação no uso de energia renováveis (44,5% do total de energia produzida); no âmbito ecológico e biocapacidade (com uma reserva de 6,1 ha *per capita*), profundidade de informação de crédito, capitalização de mercado, valor total de ações negociadas e empresas que oferecem formação formal (com 52,9% do total das empresas). O Brasil também apresentou



Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos relatórios: The World's Top Innovators 2011- 2018.

Figura 3: Índice Global de Inovação do Brasil 2011-2018

passos importantes em direção ao *catch-up* tecnológico e à absorção de conhecimento, particularmente nas áreas de importação de alta tecnologia (ficando em 19º com 15,7% do total das importações) e importações de computadores e serviços de comunicações (ficando em 16º entre as economias de renda média, com 49,4% do total comercial de importações de serviços) Schwab et al. (2010).

Pode-se acrescentar a esse ótimo desempenho o fato do Brasil ter criado políticas de incentivo a inovação através do Plano de Aceleração do Crescimento da Ciência, Tecnologia e Inovação. O plano teve como objetivo de ampliar a base científica nacional, além de propor uma maior articulação entre os governos estaduais, os institutos de pesquisas e as empresas inovativas. Para isso, o governo federal definiu quatro prioridades, distribuídas em 21 linhas de ações e 87 programas e iniciativas.

Entre os **anos de 2012 a 2016** o Brasil apresentou o seu pior desempenho no *ranking* do índice de inovação global, logrando em 2015 a sua pior posição na série histórica, ficando em 70º lugar. Ao longo desses cinco anos o Brasil perdeu destaque tanto a nível mundial, quanto a nível regional, como pode ser visto na tabela 1.

Ao longo desses quatro anos o Brasil caiu da 4º para 8º posição no *ranking* entre as economias mais inovadoras da América, apresentando *scores* abaixo de países como Panamá, Uruguai e Costa Rica, na qual possuem muito menos recursos que a economia brasileira. Esta queda foi reflexo do início da crise econômica que o Brasil enfrentaria nos próximos anos, saindo de um crescimento de 1,9% do PIB em 2012 para -3,5% do PIB em 2016.

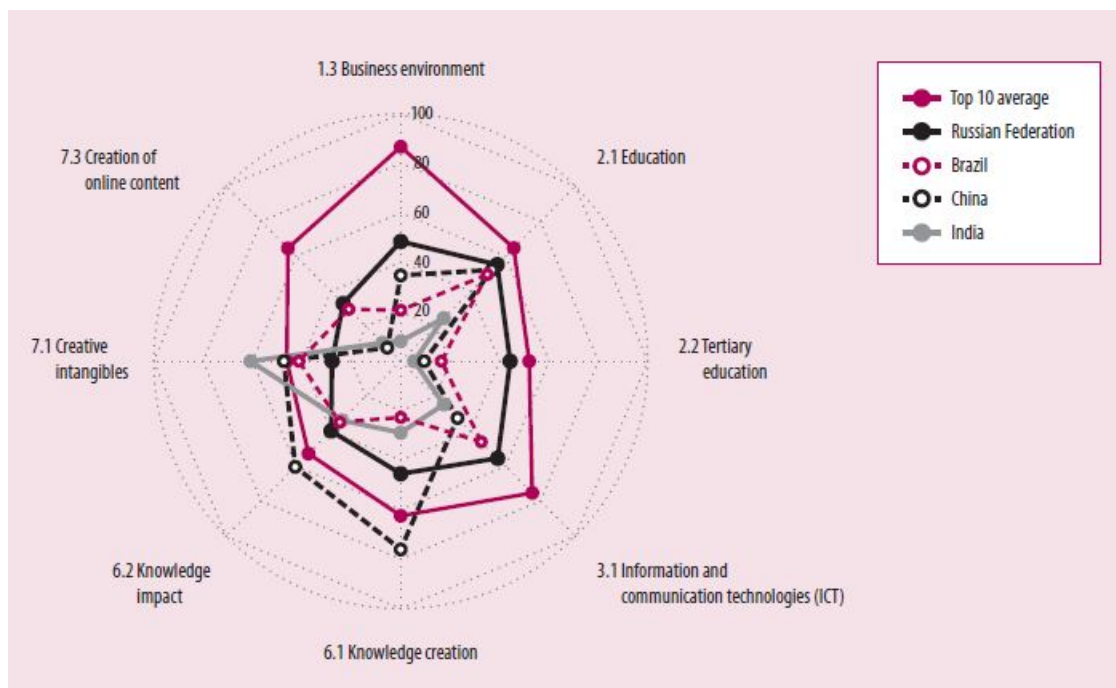
No ano de 2012, o Brasil apresentou uma distribuição de pontos fortes e fracos semelhante ao da Rússia, nos pilares: instituições, infra-estrutura e sofisticação de mercado e negócios. Porém, apresentou fraco desempenho nos pilares capital humano e pesquisa (em um nível semelhante ao da China), e entre os BRICS em produção de conhecimento e tecnologia Dutta et al. (2012). Além disso, o Brasil foi o segundo entre o BRICS, depois da Índia, em produtos criativos. A Figura 4 ilustra as vantagens competitivas relativas de cada país do BRICS na corrida da inovação e compara isso com as pontuações médias dos 10 países/economias do GII.

A Índia obteve 64º lugar no *ranking* de inovação do ano referido, abaixo do Brasil, mas com a melhor pontuação entre os BRICS em produtos criativos, e apareceu em segundo lugar entre os BRICS no pilar sofisticação do mercado, atrás da China. A frente de inovação na Índia continuou a ser penalizada por déficits

Tabela 1: Índice de Inovação Global 2012-2016 - Países Americanos

País	2012			2014			2016		
	GII Score	Rank Reg.	Rank Global	GII Score	Rank Reg.	Rank Global	GII Score	Rank Reg.	Rank Global
Estados Unidos	57,7	1	10	60,0	1	6	61,4	1	4
Canadá	56,9	2	12	56,1	2	12	54,7	2	15
Chile	42,7	3	39	40,6	4	46	38,4	3	44
Costa Rica	36,3	5	60	37,3	6	57	38,4	4	45
México	32,9	11	79	36,0	8	66	34,5	5	61
Uruguai	35,1	7	67	34,7	11	72	34,2	6	62
Panamá	30,9	16	87	38,3	5	52	33,4	7	68
Brasil	36,6	4	58	36,2	7	61	33,1	8	69
Peru	34,1	9	75	34,7	12	73	32,5	9	71
Argentina	34,4	8	70	35,1	10	70	30,2	10	81

Fonte: Elaboração própria dos autores com base no The Worlds Innovators 2012-2016.



Fonte: The World's Top Innovators 2012.

Figura 4: Os sub-pilares de maior divergência nos escores entre os países do BRICS

em capital humano e pesquisa, infraestrutura e sofisticação de negócios, e em produtos de conhecimento e tecnologia, onde está à frente do Brasil apenas.

Refinando esta análise, há sete áreas nas quais os quatro países dos BRICS alcançam desempenhos muito semelhantes: bens e serviços criativos, pesquisa e desenvolvimento (P&D), comércio e concorrência, vínculos de inovação, absorção de conhecimento e, em menor grau, ambiente regulatório e difusão do conhecimento. Existem oito domínios, no entanto, em que os escores diferiam-se substancialmente: criação de conhecimento; educação superior, ambiente de negócios, ensino fundamental, informação e tecnologias de comunicação (TIC), intangíveis criativos e impacto de conhecimento Dutta et al. (2012).

Para o **ano de 2014** o Brasil apresentou-se como sendo a 61^o economia mais inovativa (acima do 64^o posição de 2013), e em 16^o lugar entre os países de renda média-alta e em 5^o na região da América Latina. O Brasil foi um dos quatro países da região que melhoraram no *ranking* nesse ano. Com uma população de 198,7 milhões e um PIB *per capita* de US\$ 12.220,90 - em Paridade do Poder de Compra (PPP), de acordo com o Banco Mundial, o Brasil ocupou o 63^o lugar no Sub-Índice de Insumos, 64^o no Sub-Índice de Produção e 71^o no índice de eficiência. Entretanto, mostrou bom desempenho nos sub-pilares de sofisticação de negócios, infraestrutura, capital humano e pesquisa, *outputs* criativos e conhecimento, e *outputs* de tecnologia. O desempenho mais forte do Brasil foi no sub-pilar de absorção de conhecimento, ficando entre os 30 primeiros em três das quatro variáveis. As fraquezas do Brasil permaneceram nas instituições, particularmente no sub-pilar do ambiente de negócios Index (2014).

No **ano de 2016**, o Brasil estava em 69^o lugar no GII, ganhando uma posição desde 2015. O *ranking* de pilares mais forte do Brasil foi em sofisticação empresarial, onde ele viu um dos seus maiores *rankings* em pagamentos de IP. A melhora pelo lado do investimento foi causada por ganhos específicos em vários outros indicadores, incluindo estabilidade política e segurança, facilidade de pagamento de impostos, uso de TIC, formação bruta de capital, desempenho ambiental, empréstimos brutos em micro-financiamento e intensidade da concorrência local.

No último relatório do Índice de Inovação Global, **ano de 2018**, o Brasil ocupou a 64^o posição no GII-2018, subindo cinco posições desde 2017. O país avançou mais este ano em produtos de conhecimento e tecnologia. As instituições, a sofisticação empresarial e os produtos criativos também ganharam posições. O movimento ascendente do Brasil nas Instituições deveu-se à remoção da variável facilidade de pagamento de impostos Dutta et al. (2018).

Na sofisticação do negócio, o país subiu posições com relação ao sub-pilar: trabalhadores do conhecimento, e em especial na despesa bruta global em Pesquisa e Desenvolvimento - financiado por empresas, mulheres empregadas com graus avançados, e também na colaboração de pesquisa entre universidade e indústria. Em *outputs* de conhecimento e tecnologia, o Brasil subiu vários pontos em impacto do conhecimento, que este ano deixou de ser uma fraqueza para o país. Destaca-se as melhoras em variáveis importantes, como: patentes de origem, crescimento da produtividade, exportações de alta tecnologia e exportações de serviços de TIC.

Nas produções criativas, seus principais ganhos foram em ativos intangíveis e bens e serviços criativos, principalmente em criação de TICs e modelos de negócios, exportações de serviços culturais e criativos, e exportações de bens criativos. Apesar dessas melhorias, Dutta et al. (2018) destaca que o Brasil é relativamente fraco nos sub-pilares: Ambiente de negócios e Crédito e, em particular, nos indicadores como facilidade de começar um negócio, resultados do PISA², graduados em ciência e engenharia, formação de capital bruto, acordos de alianças estratégicas, crescimento da produtividade, novos negócios e impressão e outros fabricantes de mídia.

²Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – que é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 7^o ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.

4.2 Resultado Econométrico

O resultado econométrico da análise de painel é apresentado na tabela 2.

Tabela 2: Resultados da Regressão em Dados de Painel

Variáveis	Coefficientes
Pesquisadores	0,0007649*** (0,0002357)
Artigos	0,0000129*** (0,0000129)
Logarítmo Natural Recebimentos	0,73578*** (0,1986)
Logarítmo Natural Pagamentos	-0,24264 (0,208001)
Proporção PIB gasto em P&D	1,09692*** (0,47178)
PIB per capita	0,0001213*** (0,0000224)
IDH	41,0555*** (4,34492)
Observações	360

Variável Dependente: Índice de Inovação Global (GII).

Nota: Desvio-padrão entre parênteses. (*) significância a 10%;

** significância a 5%; *** significância a 1%.

Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos dados do

The Worlds Innovators 2011-2016, WIPO e Banco Mundial.

Nesta parte do trabalho, o principal foco é avaliar qual das variáveis: de educação (números de técnicos e pesquisadores, artigos de periódicos); de gastos (recebimentos e pagamentos pelo uso da propriedade intelectual; despesa em pesquisa e desenvolvimento) ou de ambiente (PIB *per capita* e IDH, exercem impacto maior na dinâmica inovativa do Índice de Inovação.

Tal aspecto é importante para o propósito de políticas estratégicas que visem aumentar a capacidade inovativa da economia, bem como, na eficiência do norteamento dos recursos disponíveis.

Com exceção da variável pagamentos, as demais variáveis foram significantes, ao nível de 1%, e os sinais se mostraram positivos, como versa a literatura. Com relação ao pilar educação, a variável pesquisadores aponta que um aumento de 1.000 pesquisadores e técnicos, por milhão de habitantes, voltados ao P&D geram um impacto de 0,764 no Índice de Inovação. Já com o aumento de 1.000 artigos em periódicos científicos e técnicos apresenta um impacto de 0,0129 sobre o GII.

Com relação ao pilar gastos, a variável recebimentos indica que o aumento de 1% nos recebimentos pelo uso da propriedade intelectual, faz com que o índice aumente em 0,735, ou seja, os pagamentos recebidos

pelos inovadores faz com que mais pesquisadores e técnicos se sintam estimulados a produzirem mais patentes e correlatos. O aumento de 1% com gastos em P&D, em proporção do PIB, tem o efeito direto sobre o índice de 1,09.

Com relação ao pilar de ambiente, as variáveis PIB *per capita* e IDH serviram como controles, visto que esses índices não variam muito com relação ao tempo.

A regressão, em dados em painel, mostrou apenas que a variável de pagamentos de propriedade intelectual não é significativa. Isso aponta para o fato de economias que pagam valores altos para utilizar mais tecnologias já produzidas, não conseguem trazer um efeito inovador para seu ambiente interno.

5 Conclusão

O objetivo do artigo foi analisar como o número de pesquisadores e técnicos em P&D, artigos publicados em jornais e revistas acadêmicas (na área tecnológica), os gastos com *royalties* em patentes influenciam o Índice de Inovação Global. Além disso, o trabalho trouxe uma breve discussão acerca de políticas de inovação e sobre o Sistema Nacional de Inovação. Em sequência, apresentou-se o Índice de Inovação Global e o desempenho do Brasil com relação a sua capacidade inovativa.

Verificou-se que o Brasil, ao longo das últimas duas décadas, foi perdendo espaço no campo da inovação global, resultados estes quantificados pelo GII. O melhor desempenho do Brasil foi para o ano de 2007, como já mencionado antes. Posição esta influenciada pela Política de Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Após o ano de 2011, o Brasil declinou acentuadamente no *ranking* da inovação. Visto que, as políticas de incentivo já não eram tão atuantes como nos anos anteriores, além disso, o Brasil foi fortemente afetado pela crise econômica, na qual dificultou o financiamento e os investimentos nas áreas de P&D.

Ao analisar os sete pilares que compõem o GII-2018, verificou-se que o Brasil ainda apresenta um fraco desempenho com relação a dois pilares, sendo eles: Instituições e Sofisticação do Mercado. No primeiro pilar, o Brasil ainda precisa melhorar no que tange aos ambientes de negócios e a facilidade de iniciar um empreendimento. Com relação ao segundo pilar supracitado, as maiores deficiências apresentadas pelo Brasil é na oferta de crédito e as tarifas aplicadas (ou impostos) incidentes nas empresas.

Com relação aos pilares: *Outputs* Criativos, Infraestrutura e Conhecimento e *Outputs* Tecnológicos, o Brasil teve uma performance mediana. Porém, apresentando um fraco desempenho no sub-pilar Impressão e Outras Mídias; na Formação de Capital Bruto; na taxa de crescimento da PPP (Paridade do Poder de Compra), em dólares, do PIB/trabalhador e em novos negócios entre a faixa da população de 15 a 64 anos.

Contudo, um pilar que o Brasil apresentou um bom desempenho foi com relação a Pesquisa e Capital Humano. Um dos pontos destacados pelo GII-2018 como sendo positivo é a despesa com educação em proporção do PIB, além da despesa Bruta em Capital Humano, Empresas Globais de Pesquisa & Desenvolvimento e a pontuação média das três melhores Universidades do País. Entretanto, o país ainda precisa melhorar índices relacionados a educação, como, por exemplo, o desempenho no PISA³ em leitura, matemática e ciência; juntamente com uma baixa formação de graduados em ciências e engenharia, além de ter uma baixa entrada de estudantes no Ensino Superior, e que isso afeta na quantidade de trabalhadores com ensino superior. Fato este corroborado pela Pnad⁴ contínua de 2016, onde segundo o IBGE⁵ apenas 15,3% dos brasileiros possuem ensino superior completo.

O pilar que o Brasil apresentou melhor desempenho é o relacionado a Sofisticação nos Negócios, especialmente no que tange as parcerias ou colaborações entre as Universidades e a Pesquisa na indústria, além das

³Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.

⁴Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua.

⁵Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Pesquisas financiadas pelas empresas. E, também, da absorção de conhecimento através da importação líquida de alta tecnologia.

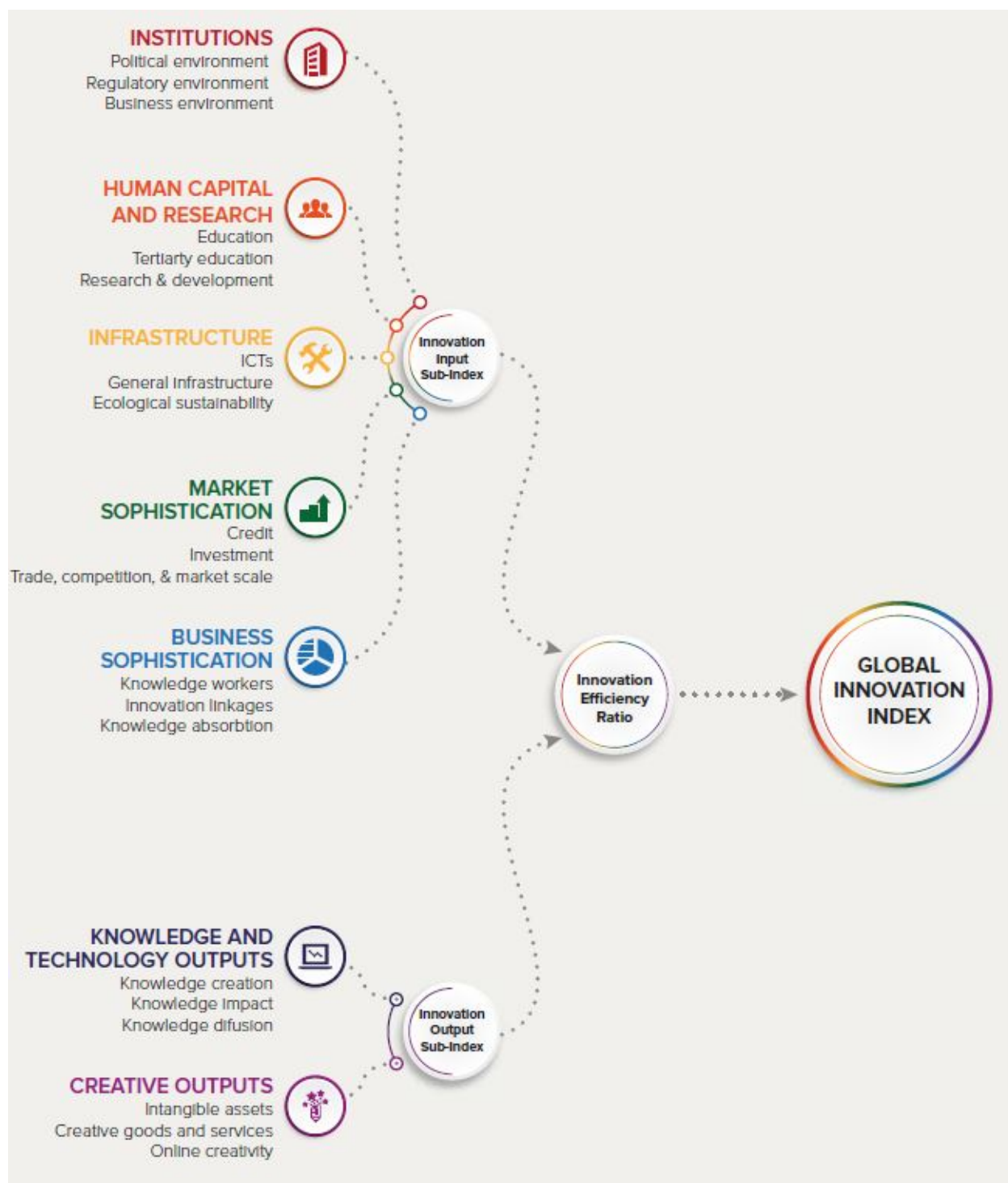
As estimativas econométricas apontaram que a variável que mais impacta no GII é o aumento dos gastos em P&D, em proporção do PIB, seguido pela variável Pesquisadores, por milhão de habitantes. O que leva a inferir que o foco em P&D ainda deve ser uma prioridade do governo brasileiro. Uma vez que gastos com P&D alinhados a um crescimento econômico sustentado podem gerar uma base dinâmica de transbordamentos de conhecimentos produtivos, bem como oportunidades de colaboração e de geração de inovações. E, como já evidenciado, na formação de novos cientistas e pesquisadores.

Referências

- Amon-Há, R., Arruda, R. G. d., e Bezerra, J. F. (2017). Patentes x inovação: Uma avaliação do impacto utilizando o método de controle sintético. *45º Encontro Nacional de Economia - ANPEC*.
- Barbosa, D. B. (2003). Uma introdução à propriedade intelectual.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., e Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3):407–429.
- Boekholt, P. et al. (2010). The evolution of innovation paradigms and their influence on research, technological development and innovation policy instruments. *Chapters*.
- Braun, D. (2008). Lessons on the political coordination of knowledge and innovation policies. *Science and Public Policy*, 35(4):289–298.
- de Menezes, H. Z., Borges, L. C., e de Carvalho, P. H. M. (2015). Regime internacional de propriedade intelectual: imposição normativa estadunidense através das cláusulas trips-plus. *Revista de Estudos Internacionais*, 6(1):69–88.
- Dutta, S. e Caulkin, S. (2007). The world's top innovators. *World Business*, 17.
- Dutta, S., Lanvin, B., e Wunsch-Vincent, S. (2012). The global innovation index 2012. *Stronger innovation linkages for global*.
- Dutta, S., Reynoso, R. E., Garanasvili, A., Saxena, K., Lanvin, B., Wunsch-Vincent, S., León, L. R., e Guadagno, F. (2018). The global innovation index 2018: Energizing the world with innovation. *GLOBAL INNOVATION INDEX 2018*, page 1.
- Edler, J. e Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—resurrecting the demand side. *Research policy*, 36(7):949–963.
- Edquist, C. (2005). Systems of innovation: Perspectives and challenges. *Oxford Handbook of Innovation*, pages 181–208.
- Edquist, C. (2010). Systems of innovation perspectives and challenges. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 2(3):14–45.
- Edquist, C. e Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2012). Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy. *Research policy*, 41(10):1757–1769.

- Fagerberg, J. (2017). Innovation policy: Rationales, lessons and challenges. *Journal of Economic Surveys*, 31(2):497–512.
- Fagerberg, J., Fosaas, M., Bell, M., e Martin, B. R. (2011). Christopher freeman: social science entrepreneur. *Research Policy*, 40(7):897–916.
- Flanagan, K., Uyarra, E., e Laranja, M. (2011). Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation. *Research policy*, 40(5):702–713.
- Freeman, C. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth. *Research policy*, 31(2):191–211.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India.
- Index, G. I. (2014). The human factor in innovation. *Johnson Cornell University, INSEAD, WIPO*.
- Johnston, J. e DiNardo, J. (1997). *Econometric methods*.
- Kline, J. e Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation in r. landau and n. rosenburg (eds) the positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth washington dc.
- Liu, X. e White, S. (2001). Comparing innovation systems: a framework and application to china’s transitional context. *Research policy*, 30(7):1091–1114.
- Lundvall, B.-Å. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1):95–119.
- Lundvall, B.-Å. e Borrás, S. (2005). Science, technology, and innovation policy. In *Oxford handbook of innovation*, pages 599–631. Oxford University Press.
- Menezes, H. Z. d. (2015). The us forum shifting strategy to negotiate trips-plus agreements with latin american countries. *Contexto Internacional*, 37(2):435–468.
- Miettinen, R. (2013). *Innovation, human capabilities, and democracy: Towards an enabling welfare state*. Oxford University Press.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: A comparative study*.
- Schwab, K. (2009). *The global competitiveness report 2009-2010*. World Economic Forum.
- Schwab, K. e Porter, M. (2008). *The global competitiveness report 2008–2009*. World Economic Forum.
- Schwab, K., Sala-i Martin, X., et al. (2010). *The global competitiveness report 2010-2011*. Citeseer.
- Smits, R. e Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *International journal of foresight and innovation policy*, 1(1-2):4–32.
- Viotti, E. B. (2008). Brasil: de política de c&t para política de inovação? evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. *Avaliação de políticas*, page 137.

ANEXO



Fonte: The World's Top Innovators 2018.

Figura 5: Estrutura do GII - 2018