

SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: UM EXERCÍCIO EMPÍRICO

National innovation system and economic development: an empirical exercise

Phelipe André Matos Cruz

Bacharel em Ciências Econômicas e discente do Mestrado em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Pará. E-mails: phelipe@ufpa.br; phelipeamc@gmail.com.

Hilder André Bezerra Farias

Bacharel em Ciências Econômicas e discente do Mestrado em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Pará. E-mail: hilderandre1@hotmail.com.

Marcelo Bentes Diniz

Doutor em Economia pelo Centro de Aperfeiçoamento em Economia da Universidade Federal do Ceará e Prof. do Programa de Pós-Graduação em Economia e Faculdade de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Pará. E-mails: mbdiniz2007@hotmail.com; mbdiniz@ufpa.br.

Márcia Jucá Teixeira Diniz

Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará e Prof.^a do Programa de Pós-Graduação em Economia e Faculdade de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Pará. E-mails: marciadz2012@hotmail.com; mjucadiniz@ufpa.br.

Resumo: Baseando-se em uma abordagem conceitual e empírica sobre o Sistema Nacional de Inovação (SNI), este artigo buscou explicitar a relação entre o grau de crescimento e desenvolvimento econômico de um conjunto seletivo de países com o seu nível de avanço tecnológico e sua articulação institucional. Para auxiliar a compreensão dessa dinâmica, este trabalho se valeu de uma análise quantitativa multivariada (a Análise Fatorial), utilizando dados do Banco Mundial e do Escritório Mundial de Propriedade Industrial.

Palavras-chave: Análise Fatorial. Desenvolvimento Econômico. Sistema Nacional de Inovação.

Abstract: Based on a conceptual and empirical approach about the National Innovation System (NIS), this paper aims to clarify the relationship between the economic growth and development degree of a select group of countries with their level of technological progress and institutional articulation. To assist the understanding of this dynamic, this study drew upon a multivariate quantitative analysis (the Factor Analysis), using the World Bank's and the World Intellectual Property Organization's data.

Key words: Factorial Analysis. Economic Development. National Innovation System.

1 Introdução

A compreensão (interpretação) dos motivos pelos quais a economia de um país (ou de um conjunto de países) se modifica e evolui tem sido objeto de investigação científica desde a origem da Ciência Econômica. Além disso, responder a estas questões e entender os fatos estilizados relacionados ao curso de diferentes trajetórias de crescimento material e mudanças estruturais dessas economias, bem como a qualidade de vida de suas populações, assumiu a centralidade na conformação do objeto de estudo e na agenda de pesquisa das teorias do crescimento e desenvolvimento econômico – inclusive, dando origem a novas construções teóricas, a partir dos fatores apontados como os principais responsáveis, ou dominantes, para explicar seus comportamentos ou desempenhos (SALA-I-MARTIN, 2002; MEIER, 2001).

No final da década de 1950 e início da década de 1960, economistas da Escola de Chicago, assumindo destaque Gary Stanley Becker (1962) e Theodore William Schultz (1973), buscaram explicar tais fatos por meio das variações no investimento em qualificação profissional (educação básica, conhecimento técnico, aquisição de experiência, etc), o que passou a ser denominado de *Teoria do Capital Humano*, cujos aprimoramentos posteriores colocavam o conhecimento como o cerne das diferenças de crescimento e desenvolvimento econômico entre os países.

A discussão sobre o *capital humano* levou a novas interpretações acerca da contribuição do progresso técnico sobre o crescimento econômico; inclusive, quanto à possibilidade de não tratar mais tal avanço como algo exógeno a esse processo, como fizeram modelos tradicionais de inspiração neoclássica (SOLOW, 1956), mas como fator endógeno ao mesmo, via *learning by doing* ou externalidades, como proposto por Kaldor e Mirrless (1962) e Arrow (1962).

Esse raciocínio foi corroborado por Romer (1986, 1990), que mostrou como as características específicas de bens não rivais e com exclusividade limitada poderiam levar a retornos crescentes à escala de produção e possibilitar a internalização da tecnologia nos modelos de crescimento econômico. Tal contribuição, aliada a outras de caráter seminal, como as de Nelson e Phelps (1966),

Lucas (1988) e Aghion e Howitt (1992), passam a colocar o progresso técnico, sua difusão e interação com o capital humano como força motriz do crescimento e desenvolvimento econômico, sendo basilares na conformação do que foi denominado de “Nova Teoria do Crescimento” (FAGERBERG; SRHOLEC, 2007).

A partir de 1960, resgataram-se as contribuições de Joseph Alois Schumpeter (1939) acerca da importância do processo de inovação tecnológica sobre o desempenho das firmas e o comportamento expansionista dos países. Então, surgiu uma nova corrente de pensamento, (CHANDLER, 1977, 1990; NELSON, 1981; NELSON; WINTER, 1982; WINTER, 1984), a qual trata a tecnologia como resultado das atividades de aprendizado e inovação nas organizações, além das interações em ambientes de funcionamento (FAGERBERG, 1994, p. 1156); e que poderia ser influenciada pelas forças de mercado, ao encontro das necessidades da demanda (*demand pull*), ou teriam caráter autônomo, enquanto elemento reativo impulsionado pela oferta (*technological push*) (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 2006).

Além disso, surgiu interesse pela exploração de tecnologias emergentes interligadas com o desenvolvimento da pesquisa científica e seu papel na indução de inovações (AGHION; DAVID; FORAY, 2008).

Outra contribuição importante, cujos pressupostos teóricos servem como base para este estudo, procura entender a formação do arranjo institucional que articula a capacitação técnica, os processos de aprendizado, o desenvolvimento científico e tecnológico e a criação e difusão de inovações e sua incorporação no processo produtivo, denominada de *Sistemas Globais, Nacionais, Regionais ou Locais de Inovação* (NELSON; ROSENBERG, 1993; FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 2003), entendida como suporte institucional orientado e coordenado pelas ações de vários agentes econômicos (governo, institutos de pesquisa, universidade, etc), para gerar capacidade de inovação para as empresas (COHEN; LEVINTHAL, 1990). Ademais, como ressaltou Dagnino (2003), entender o processo inovativo que ocorre na empresa, bem como suas relações à jusante, passou a ser visto como determinante da competitividade dos países.

Neste trabalho, a abordagem sobre os Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) é o centro para a discussão sobre os níveis de crescimento e desenvolvimento econômico dos países selecionados para análise.

Além desta introdução, o presente artigo compreende três seções e uma conclusão. A seção 2 discute a construção e consolidação do conceito de SNI e a contextualização deste trabalho com seu raciocínio teórico. Na seção 3, relatam-se alguns estudos (nacionais e internacionais) para ressaltar a relação entre o crescimento e desenvolvimento dos países com o avanço de seus respectivos SNIs. Por fim, na seção 4, são apresentados os resultados empíricos de uma análise multivariada de dados (Análise Fatorial) para um grupo de 35 países, representados por um conjunto de variáveis e selecionados segundo suas convenções políticas de cunho comercial, como aqueles ligados à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e tecnológico, relacionados ao Tratado de Cooperação de Patentes (PCT).

2 Sistemas nacionais de inovação (SNIS)

A centralidade da discussão entre crescimento e desenvolvimento econômico e inovações tecnológicas está, segundo a perspectiva do presente trabalho, no conceito sobre os SNIs. Neste intuito, mostra-se como se deu a construção e consolidação desse conceito, ainda que longe de um consenso, mas que tem sido delimitado a partir das últimas décadas do século XX. A partir de então, pode-se entender os objetos desta pesquisa segundo essa abordagem, demarcando os aspectos considerados mais pertinentes desse conceito.

Freeman (1995), nesse sentido, revelou a construção histórica do conceito, observando-o enquanto um desenvolvimento indireto do conceito de Frederick List (na segunda metade do século XIX) de “Sistema Nacional de Economia Política” (*The National System of Political Economy*¹). Logo, o referido sistema seria responsável por criar medidas políticas para proteção de indústrias

nascentes, aliadas a uma ampla gama de outras medidas designadas à aceleração da industrialização e do crescimento econômico. No âmbito deste estudo, a maior parte dessas políticas é observada de acordo com sua relação com o aprendizado ligado às novas tecnologias e sua aplicação no sistema produtivo.

Resumidamente, a evolução da discussão que gerou o conceito de SNI está, em grande medida, na compreensão de como as inovações tecnológicas estão relacionadas com o crescimento e o desenvolvimento econômico (FREEMAN, 1995).

Nota-se, portanto, que os esforços em pesquisa e desenvolvimento (P&D), como a construção de novos laboratórios profissionais, passaram a ser vistos como fonte de inovações, evidenciando que a taxa de mudança técnica e de crescimento econômico estariam mais relacionadas à difusão tecnológica que ao aumento inicial dos negócios decorrentes de inovações radicais, bem como à percepção da importância das inovações sociais em igualdade com as inovações técnicas.

Essas percepções estão em conformidade com a tentativa da OCDE (1997) em consolidar, no documento intitulado *National Innovation Systems*, o conceito em esferas globalmente relevantes, concentrado nos *fluxos de informação*² e conhecimento entre as pessoas, empresas e instituições enquanto a chave para o processo de geração de inovações.

Dessa forma, a questão que envolve os SNIs pode ser facilmente compreendida segundo seus componentes em termos de uma abordagem sistêmica, que delimitam os espaços nacionais e estariam centradas no componente de inovações.

No que se refere às inovações, é necessário compreender a amplitude do termo. Ao se abordar o referido tema, não se deve restringir sua abrangência ao surgimento de novos produtos, mas também de processos, serviços, formas organizacionais, mercados consumidores, matérias-primas e afins, o que está em conformidade com o conceito de inovação (ou de combinações novas) proposto por Schumpeter (1997). Além disso, há diferença entre as inovações: as *incrementais*, que

1 Ver “LIST, Frederick. *National System of Political Economy*. Philadelphia: J. B. Lippincott & Co. 1856”. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=lqTvaJU3gYAC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acessado em 14 de abril de 2014.

2 Segundo a OCDE (1997), esses seriam: I) interações entre empresas; II) interações entre empresas, universidades e institutos de pesquisa governamentais; III) difusão de conhecimento e tecnologia para empresas; IV) e mobilidade de pessoal (como engenheiros que mudam de um cargo governamental para um empresarial e vice-versa).

atuam no mesmo paradigma tecnológico³, com o intuito de reforçá-lo; e as *radicais*, que envolvem o rompimento com o atual paradigma e uma transição para outro, com um novo tipo prevaemente de tecnologia. Lundvall *et al.* (2002) argumentaram que as inovações teriam tanto os elementos de continuidade quanto os de mudança radical, por transformarem elementos existentes em novas combinações.

Entretanto, como apontou a OCDE (1997), o entendimento de processos inovadores não se restringiria às análises centradas na comparação entre *inputs* e *outputs*, como gastos em P&D e número de patentes, respectivamente. O enfoque principal da teoria deveria estar nas ligações e interações entre pessoas e instituições envolvidas no desenvolvimento tecnológico, numa abordagem sistêmica. Tal abordagem surgiria em oposição a uma noção linear de desenvolvimento de novas tecnologias, na qual os esforços em ciência básica resultariam, cedo ou tarde, em novas tecnologias. Na verdade, as novas tecnologias surgiriam de uma série de *feedbacks* dentro do sistema de instituições relevantes, tendo como centro as firmas, com o papel de organizar a produção e as inovações a partir da cadeia de relações entre ela e as demais instituições (como outras firmas, universidades e o próprio governo).

Corroborando essa interpretação, Freeman (1995) reforçou que, no final do século XX, surgiram evidências mais fortes de que esforços em P&D, embora de grande importância para inovações radicais, não seriam os únicos responsáveis para a mudança técnica, mesmo ao nível de firmas ou da indústria. A partir de então, ganha força a abordagem sistêmica, de forma que esse tipo de aspectos das inovações se mostraram mais contundentes em revelar as causas na taxa de difusão tecnológica nos países e os ganhos de produtividade

associados aos processos de difusão específicos.

O último dos elementos norteadores do conceito estaria na análise nacional desses sistemas inovadores, o qual, segundo Lundvall *et al.* (2002), ao se partir das razões comuns para a compreensão da existência de taxas diferentes de crescimento entre os países na segunda metade do século XX, que já inicialmente apontava para as diferentes características dos sistemas de pesquisa nos países, reforça a questão da discussão na perspectiva de nação, sem desconsiderar abordagens regionais e setoriais, pois é na esfera do Estado Nacional que existe um programa de orientação e condução de políticas relacionadas à inovação, sendo, assim, os objetos analíticos utilizados.

Nesse sentido é que a OCDE (1997) afirma que os SNIs carregariam consigo o “poder de distribuição do conhecimento”, determinante para o crescimento e a competitividade dos países. A abordagem nacional estaria ligada aos diferentes modos como estariam estruturados, nos diferentes países, os fluxos de conhecimento, bem como suas instituições, atores relevantes ao processo e ligações dentro de seu sistema produtivo.

No sentido deste trabalho, o referido conceito pode ser encarado com uma revisão da literatura, que tem o mesmo como enfoque, demarcando suas características principais, perspectivas e ressalvas pertinentes e compreensão de possibilidades de aplicação em termos de tratamento e análise de informações relacionadas às instituições relevantes para os SNI.

É de consenso que a maior parte das abordagens relativas aos SNIs parte do escopo da chamada Economia Evolucionária⁴, também chamada de Neoschumpeteriana. Entretanto, a possibilidade de conexão desse escopo com diversas teorias de desenvolvimento pode ser observada em estudos focados em comparações entre países (ou grupos de países).

Nesse sentido, Lundvall *et al.* (2002) apontaram as contribuições da versão do modelo Aalborg⁵ sobre os SNIs, que estaria centrada em quatro ele-

3 Uma importante contribuição de Dosi (2006) foi sua noção de *paradigmas e de trajetórias tecnológicas*, na tentativa de definir a tecnologia em processo contínuo de mudança. Nesse sentido, o paradigma é entendido como a forma que se age rumo a um progresso, cuja marcante característica é seu caráter de exclusão de suas alternativas, que implica um processo precedente de seleção de paradigmas. Já a noção de trajetória representa um padrão de atividade considerado “normal” no sentido de *ciência normal* de Kuhn (1996). Ver também “KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009”. Disponível em < http://www.repositorio.ufc.br/tri/bitstream/riufc/6694/1/2012_Art_OJFagherazzi.pdf>. Acessado em 14 de abril de 2014.

4 A Economia Evolucionária está relacionada à noção de estratégia inovadora, incorporada ao processo produtivo e sua característica de seleção de novas técnicas e formas de uso dos recursos que garanta maior competitividade para a firma, e remete a Schumpeter (1997), o qual, em sua Teoria do Desenvolvimento Econômico, de 1911, mostra como as inovações empresariais dão fôlego à expansão econômica.

5 Este é o nome do modelo elaborado por Lundvall *et al.* (2002).

mentos, a saber: I) a reinterpretação dos sistemas nacionais de produção neoschumpeterianos⁶; II) trabalhos empíricos baseados na teoria de mercado interno de trocas internacionais; III) a abordagem microeconômica de inovações enquanto um processo interativo; IV) e percepções sobre o papel das instituições na formulação de atividades inovadoras.

Lundvall *et al.* (2002) buscaram explicitar o desenvolvimento de novas tecnologias a partir das interações entre os setores de bens de consumo e de bens de produção, bem como reforçar a importância do mercado interno para compreensão da especialização econômica. A abordagem reforçaria, ainda, a importância das dimensões das instituições quanto ao horizonte de tempo dos agentes, ao papel da confiança e composição real da racionalidade dos agentes e às dimensões do próprio SNI, procurando compreender a estrutura do sistema (o que é produzido e quais as principais competências) e o formato do arranjo institucional que o mesmo possui (como são realizadas a produção, as inovações e o aprendizado).

Gordon (2009) procurou compreender a relação entre as teorias estruturalistas e neoschumpeterianas (ou evolucionárias) para explicar como funcionaria a relação entre desenvolvimento econômico e a criação de inovações dentro da perspectiva dos SNIs. Ressaltou o caráter endógeno das inovações tecnológicas para o rompimento com o subdesenvolvimento. Em sua análise, utilizou, para a definição dos SNIs, o modelo da *Triple Helix*, segundo o qual existiria um eixo principal de instituições na forma “governo-universidades-empresas”, conforme a ciência gerada em uma esfera seria, através das conexões fortalecidas nas demais, o principal caminho para obtenção de inovações tecnológicas e o crescimento e desenvolvimento econômico.

Basicamente, a abordagem da *Triple Helix* se baseia na perspectiva de uma relação eficiente entre as universidades, enquanto geradoras de ciência e tecnologia (C&T), as empresas (setor

produtivo de bens e serviços) e o governo (setor regulador e fomentador da atividade econômica), visando à produção de novos conhecimentos e de inovação tecnológica rumo ao desenvolvimento econômico. A inovação, portanto, seria compreendida como resultante de um processo complexo e dinâmico de experiências nas relações entre ciência, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento nas universidades, nas empresas e nos governos, em um intercâmbio automaticamente retroalimentado (FARINHA; FERREIRA, 2013; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1997, 1998).

O referido modelo refletiria a interação em curso entre três esferas institucionais (universidade, indústria e governo), concebidas para garantir vantagem competitiva a determinada região, servindo, assim, como ponto de partida para a concepção e implantação de estudos empíricos, fornecedores de respostas para as diferentes esferas. Trata-se, portanto, de uma relação positiva entre a dinâmica de inovação e o empreendedorismo, tanto para a competitividade quanto para o desenvolvimento regional (FARINHA; FERREIRA, 2013).

Nesse sentido, Jung e Mah (2013) discutiram o aumento dos esforços para a geração de novas tecnologias a partir da criação e consolidação do SNI (no caso sul-coreano), que é entendido enquanto um conjunto de instituições relacionadas que estariam interligadas, visando criar e explorar economicamente inovações tecnológicas, de modo que apenas a atuação de cada instituição, individualmente, não seria capaz de gerar inovações (passíveis de apropriação econômica), mas seria crucial a interação entre as mesmas.

Fagerberg e Srholec (2007), em sua investigação sobre as relações conceituais e empíricas existentes entre a formação e consolidação dos SNIs demarcam um conjunto de “capacidades sociais” para que os países pudessem se desenvolver, de forma que essas envolveriam: I) competência técnica e de gestão; II) governo estável efetivo (suporte ao crescimento); III) instituições financeiras e mercados capazes de mobilizar capital em larga escala; IV) presença de honestidade e confiança entre a população.

Entretanto, os autores discutiram, a partir de um referencial teórico de influência evolucionária, a perspectiva da necessidade de avanço também das chamadas “capacidades tecnológicas”, enquanto fator fundamental para processos de desenvolvimento, que seriam, sinteticamente, en-

6 Alguns elementos de transição entre a abordagem de sistemas de produção para sistemas de inovação, em termos de “blocos analíticos de construção” (no original *analytical building blocks*): I) a importância concedida aos encadeamentos para trás em termos de fluxos de informação em setores de bens de consumo; II) processos de aprendizados, como *learning by doing* e *learning by searching*; III) a introdução de uma perspectiva de ciclo de vida, ligando subsistemas industriais; IV) a consideração de economias abertas ao resto do mundo (LUNDVALL *et al.*, 2002).

tendidas enquanto a capacidade de criação e de exploração comercial de conhecimentos. Fagerberg e Srholec (2007) classificaram os seguintes fatores enquanto fundamentais para o funcionamento dessas capacidades, também seguindo a linha de investigação evolucionária baseada em Lall (1992): I) capacidade de reunir e utilizar os recursos financeiros necessários ao desenvolvimento de novas tecnologias; II) habilidades que não estariam restritas somente às relacionadas à educação formal; III) esforços nacionais relacionados à P&D, às patentes e ao pessoal tecnicamente capacitado, variáveis estas que norteiam a investigação empírica do presente trabalho.

Também, partindo das referências evolucionárias, Suzigan e Albuquerque (2008, 2011) discutiram a definição de SNI com enfoque à necessidade de compreensão das raízes históricas do processo de construção de instituições relevantes, especialmente institutos de pesquisa, universidades e empresas. Complementarmente, foi dada ênfase à articulação dessas instituições (tidas como componentes principais nas abordagens de SNI) com os sistemas monetários e financeiros, sendo a inclusão desse último elemento uma das principais contribuições dos autores à discussão.

Portanto, no que tange a este trabalho, a investigação sobre as raízes históricas da interação entre as esferas componentes dos SNIs se faz necessária para compreender o processo de formação dos mesmos e, também, encontrar caminhos para o seu fortalecimento com o aprendizado acumulado através das experiências.

A construção teórica na qual o trabalho de Suzigan e Albuquerque (2008, 2011) está embasado permitiu que fossem elencados elementos na construção das interações entre ciência, tecnologia e comércio, que envolvem a mobilização de recursos monetários e financeiros para criação e consolidação das instituições relevantes, a promoção de meios que ajudem a desenvolver as interações entre ciência, tecnologia e empresas. Com a devida ressalva de que tais processos demandam tempo e, portanto, requerem uma construção histórica e uma ampla gama de investimentos.

Observa-se, portanto, a amplitude do conceito de SNI; entretanto, sempre contando com o papel de centralidade dado à inovação em um sistema de instituições num determinado país. Dois aspectos passam a ganhar uma necessidade maior de investigação: um deles é a compreensão das experiências

que usam a análise dos SNIs para casos específicos de países em diferentes graus de desenvolvimento e marcadas disparidades relacionadas aos seus fluxos de conhecimento e informação (marcando diferentes capacidades inovadoras), com vista à compreensão do papel das instituições, em especial do governo, em cada caso, abrindo um horizonte de propostas e aprendizados que poderiam nortear políticas industriais e de inovação (respeitando a ressalva de particularidade de cada caso de aplicação); o outro é a necessidade do tratamento de dados relacionados às variáveis que correspondam com aspectos centrais do SNI enquanto uma pertinente tentativa de aprofundamento da discussão.

As abordagens de análise de casos específicos de construção e consolidação de SNI e sua relação com o crescimento e desenvolvimento econômico, além do tratamento de dados para obtenção de percepções sobre a problemática, são observadas claramente na seção seguinte.

3 SNI e desenvolvimento econômico: perspectiva teórica

Baseado no conceito sobre o SNI, este trabalho busca expressar o desenvolvimento econômico através do grau de avanço tecnológico e articulação institucional em benefício da sociedade.

Fagerberg e Srholec (2007), baseando-se em estudos sobre o desempenho de alguns países europeus em relação à Inglaterra, concluiu que, para que houvesse progresso, países atrasados tecnologicamente teriam que desenvolver seus instrumentos institucionais, como organizações detectadoras de oportunidades frente os recursos necessários para explorá-las.

Destaca-se que esse conceito de crescimento e desenvolvimento econômico inclui tanto os programas de P&D quanto outros recursos necessários para a exploração comercial da tecnologia, considerando três aspectos: I) capacidade de produção; II) capacidade de investimento; III) capacidade de inovação. Tal avaliação assume que os requisitos devam respeitar a capacidade de inovação para que os países alcancem patamares mais elevados de desenvolvimento econômico. Logo, tanto para uma empresa quanto para um país, no processo de recuperação, o nível adequado de capacidade tecnológica seria um alvo em movimento, ou seja, haveria uma constante necessidade de se aperfeiçoar.

Através da abordagem empírica, Fagerberg e Srholec (2007) chegaram à compreensão da importância do sistema de inovação, que inclui variáveis como: I) número de patentes junto ao USP-TO (*United States Patent and Trademark Office*) por habitante; II) número de artigos científicos *per capita*; III) taxa bruta de matrículas na educação nos níveis médio e superior; IV) crédito doméstico para o setor privado enquanto participação do Produto Interno Bruto (PIB); V) nível de capitalização de empresas com cotação na bolsa de valores.

É importante ressaltar que esses autores demonstram que, para a composição das capacidades de um país, não se deve considerar apenas o viés tecnológico, mas também o social e, nesse sentido, tanto os fatores de “governança” (incluindo variáveis como tribunais imparciais, regulação e direitos de propriedade) quanto de “sistema político” (com índice de democracia, direitos políticos e liberdades civis, por exemplo) se referem à necessidade de criar um ambiente de segurança institucional e confiança no público, a partir da qual seria possível o desenvolvimento dos setores que têm como força motriz as inovações tecnológicas. Nesse sentido, as regressões entre os fatores “sistema de inovação” e “governança” apresentaram, para o período inicial (1992 a 1994), uma correlação expressiva com o PIB per capita (em paridade de poder de compra) nos anos finais (2002 a 2004), corroborando a hipótese de que o desenvolvimento dos SNIs, entendidos como *capacidades*, tem forte relação com o crescimento econômico dos países e, de certa forma, com o grau de desenvolvimento também (FAGERBERG; SRHOLEC, 2007).

Seguindo o pensamento sobre os SNIs, Lee e Park (2006) analisaram a participação dos programas de P&D sobre o desenvolvimento econômico da Coreia do Sul⁷. As implicações mais importantes da pesquisa foram: I) necessidade de um conjunto de políticas de inovação favoráveis às empresas e suas escalas de P&D; II) aumento ocorrido na interação entre as empresas do setor intermediário e as empresas a jusante naquele país; III) participação importante ocorrida no setor público para atividades de P&D, com atenção às universidades coreanas, que desempenharam um papel fundamental na partilha de conhecimentos

com empresas inovadoras.

Posteriormente, Jung e Mah (2013) explicaram as políticas de P&D da Coreia do Sul em meio à principal pretensão governamental, que era alcançar um patamar elevado de desenvolvimento tecnológico através do seu SNI, aprimorando-o progressivamente e auxiliando o alcance do desenvolvimento econômico do país. Dessa maneira, a construção de institutos de pesquisa, o fornecimento de incentivos fiscais e o estabelecimento de zonas de C&T⁸ foram essenciais para o avanço tecnológico coreano. Os autores também ressaltaram sobre o desempenho dos recursos humanos, das patentes e do comércio de tecnologia como consequências dos esforços sobre o avanço tecnológico. Assim, foi constatado que, embora o esforço do governo, em termos de P&D, tenha sido fundamental para a efetivação da produção, o investimento privado teve maior influência sobre o aumento das exportações e da comercialização daquela indústria.

Gordon (2009) também colaborou com o entendimento do desenvolvimento econômico. Esse autor buscou analisar o problema do subdesenvolvimento econômico nos países da América Latina, baseando-se no conceito e na importância do SNI e nas contribuições da Escola Estruturalista e da Teoria Neoschumpeteriana. Seu trabalho foi, praticamente, desenvolvido com o objetivo principal de debater sobre a importância dos SNIs para que os países da América Latina alcançassem o desenvolvimento econômico, ressaltando o paradigma tecnológico regional, além da importância do conhecimento e do aprendizado para o desenvolvimento econômico.

Diante disso, Gordon (2009) verificou que a mudança estrutural nos países latinoamericanos teve, em sua premissa, a necessidade de se resolver a heterogeneidade produtiva e social e a especificidade produtiva. A resolução desses entraves ocorreria com a introdução da inovação tecnológica (de produto e/ou de processo), criando um ambiente favorável à inovação como motor da sociedade.

No entanto, esse processo de superação das condições históricas possui algumas características importantes: a primeira se refere às diferentes trajetórias históricas de cada país. Assim, a implantação de políticas deve respeitar as caracterís-

7 Os autores se basearam no desempenho da indústria intermediária coreana; especificamente, aquela responsável pela fabricação de peças eletrônicas e mecânicas levando em consideração o fato de essa indústria ter sofrido contínuo avanço tecnológico nos últimos anos.

8 Neste trabalho, compreende-se ciência e tecnologias (C&T) como o montante de programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) com atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC).

ticas particulares de cada local, região e setor. Tal característica se deve aos fatos de que o processo de inovação tecnológica é complexo, não linear, descontínuo e, principalmente, de *path dependence*.

Ainda nessa linha, mas voltado aos Sistemas Regionais, ou mesmo Locais, de Inovação, Ferreira e Rocha (2004) analisaram o SNI brasileiro a partir dos Sistemas de Inovação (SI) dos estados do País, elaborando um índice de ciência, tecnologia e inovação (ICT&I) para cada unidade da federação. Tal índice foi focado em quatro principais dimensões dos sistemas estaduais de inovação: I) prioridade governamental em C&T; II) produção em C&T; III) base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados; IV) amplitude e difusão da inovação no âmbito das empresas residentes no Estado.

O destaque principal da pesquisa é que as faixas de valores dos ICT&Is sugeriram a existência de quatro estágios de desenvolvimento dos SI entre os estados do Sudeste e Sul do País. No estágio mais avançado (ICT&I acima de 0,8), estaria posicionado São Paulo, devido a sua posição favorável em todas as dimensões. Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ICT&I entre 0,4 e 0,8) ocupariam posições imediatamente abaixo de São Paulo, dada sua prioridade governamental à C&T, sua base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados. Paraná e Minas Gerais ocupariam posições menos confortáveis (ICT&I entre 0,1 e 0,4), enquanto o Espírito Santo corresponderia a um estágio menos avançado (ICT&I abaixo de 0,1). As referidas autoras frisaram que a experiência mundial na construção de ICT&Is é, necessariamente, uma questão interdisciplinar, com o legítimo intuito de elucidar a questão dos SIs, compreendidos como “fruto da ação planejada e consciente ou de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico” – dentro do contexto do desenvolvimento econômico.

Por fim, este trabalho verifica que, diante do que foi discutido, o ambiente sistêmico ganha relevância. As várias instâncias da sociedade e da economia são importantes para a construção do ambiente de inovação tecnológica rumo ao desenvolvimento econômico, permitindo o funcionamento adequado do SNI. O processo de desenvolvimento dos países depende da construção do SNI ampliado. No entanto, questões sociais são fundamentais para que o componente sistêmico tenha

possibilidade de funcionar com uma base sólida.

A seção seguinte busca fazer algumas avaliações a partir de uma base empírica, tentando observar perspectivas de desenvolvimento tecnológico e possíveis alterações no padrão de competitividade mundial nos últimos anos, a partir do escopo discutido até o momento.

4 SNI e desempenho econômico e tecnológico

4.1 Análise multivariada de dados (análise fatorial)

Como mencionado na nota introdutória deste trabalho, a metodologia utilizada para este estudo empírico se baseia em uma análise multivariada de dados – especificamente, em uma Análise Fatorial, seguida por um modelo de Regressão Linear. A Análise Fatorial pode ser compreendida enquanto uma metodologia para selecionar e ordenar (segundo o grau de relevância ou explicação) um conjunto de fatores, a partir de uma coleção original mais ampla de variáveis, para que esses sirvam de referência para explicar a maior parte do que as variáveis originais (interrelacionadas) apresentavam sobre determinada realidade. Para tanto, essa análise parte da observação das correlações entre o conjunto de variáveis originais para determinar quais fatores representam os elos entre agrupamentos de variáveis, ou seja, dentro de um conjunto amplo, as quais têm potencial de explicar a maior parte da variância observada nos dados (MELLO; SLOMSKI, 2006).

No que tange a este trabalho, esta técnica se faz útil ao permitir o uso de um conjunto grande de variáveis e sua simplificação para poucos fatores, que o explicam em grande parte. Neste sentido, uma premissa da Análise é a existência de grande correlação entre as variáveis originais, de modo que um modelo construído a partir dessa técnica tem a menor perda possível de informação.

A Análise Fatorial gera um *escore fatorial*, que se trata de uma nova representação dos dados originais, a partir de uma ponderação que revela onde as correlações entre os dados são mais fortemente observadas. É através desse que se produzem os fatores independentes (e não correlacionados entre si), a partir do conjunto original amplo de variáveis correlacionadas. Nesse sentido, torna-se mais

simples compreender que, dentro desses fatores, são agrupadas as variáveis mais correlacionadas, sendo cada fator representado por um conjunto de variáveis únicas (no sentido em que a variável que está dentro de um fator não está em outro).

Com relação à eleição dos fatores que serão mais propriamente utilizados pelo modelo, ou seja, que têm grande poder explicativo com pequena perda de informação, nota-se que eles estarão ordenados consecutivamente conforme seu poder de explicação da parcela do total da variância que podem explicar algo que será mais facilmente entendido, a partir da exposição dos dados na seção pertinente (FERNANDES; LIMA, 1991; CRUZ; RIBEIRO, 2006).

Outros componentes da Análise Fatorial são as cargas fatoriais (*factor loadings*), que representam a importância de um fator na explicação de cada uma das outras variáveis (diferentes da que originalmente gerou aquele fator), de modo que essas cargas mostram o nível de associação entre as variáveis originais e os fatores (SILVA; BAPTISTA; FERNANDES, 2003; CRUZ; RIBEIRO, 2006). Além das cargas fatoriais, têm-se as *comunalidades* estimadas para cada variável, que indicam a parcela da variância total de cada uma dessas variáveis que é explicada pelo conjunto de fatores comuns.

Para que a análise multivariada seja aplicada, dois importantes testes precisam ser aplicados ao conjunto de dados observados: a estatística de Keiser-Meyer-Olkin (KMO) e o Teste de Esfericidade de Bartlett (TEB). O KMO é um indicador que compara o coeficiente de correlação observado com o coeficiente de correlação parcial em uma escala que varia entre 0 e 1 (para valores pequenos – em geral, abaixo de 0,5 –, não se recomenda a análise multivariada e, com isso, a análise fatorial, como metodologia de investigação dos dados). Já o teste de Bartlett parte da hipótese nula de que a matriz de correção é uma matriz identidade (correlações iguais a zero). Essa hipótese precisa ser rejeitada (ter um p-valor baixo) para que a análise fatorial possa ser aplicada (CRUZ; RIBEIRO, 2006).

Para interpretação mais adequada dos dados, é recomendado fazer o procedimento de rotação ou transformação dos fatores (FACHEL, 1976; CRUZ; RIBEIRO, 2006). No presente trabalho, é realizada uma *rotação ortogonal*, que preserva a independência entre os fatores e é realizada a partir do método “Varimax”, que procura minimizar o

número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, facilitando a interpretação desses.

Após a estimação dos fatores com o método de componentes principais, será elaborado o modelo de regressão linear, utilizando a ferramenta computacional (*software*) R.

4.2 Aplicação do modelo e análise

As variáveis utilizadas nesta análise seguem as indicações teóricas de Fagerberg e Srholec (2007), porém para um grupo de 35 países⁹, os quais foram selecionados segundo suas lideranças mundiais e regionais de cunho comercial e tecnológico. Semelhante ao que os autores acima propuseram, esta análise se faz para dois períodos, cada um com três anos: o inicial, para os anos de 2000 a 2002, e o final, de 2009 a 2011.

Como consta em Fagerberg e Srholec (2007, p. 19), os períodos agrupam as médias de valores absolutos e percentuais dos dados para os três anos, com o intuito de amenizar efeitos de choques de um ano específico. Além disso, os dados foram padronizados (ou normalizados)¹⁰ para que as fortes diferenças existentes entre as variáveis nos diferentes países fossem amenizadas - grandes heterogeneidades constatadas.

Os dados foram selecionados também conforme as bases da OCDE e PCT, para representar ligações entre os desempenhos econômicos dos países em termos de crescimento e desenvolvimento (como nível de desigualdade) e de capacidades tecnológicas, corroborando o raciocínio conceitual sobre os SNIs.

Dessa forma, seguem as 19 variáveis (em parênteses, encontram-se as referências para as mesmas): Submissão de patentes por não residentes (PATENT_NONR); Submissão de patentes por residentes (PATENT_R); Valor adicionado pela agricultura, em dólar corrente (AGR); Valor adicionado pelo setor de manufatura, em dólar corrente (MANUF); Valor adicionado pela indústria,

9 A saber: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, China, Coreia, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, Filipinas, França, Grécia, Índia, Irã, Israel, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Suécia, Suíça, Ucrânia e Venezuela.

10 Segundo essa técnica, uma variável x para um determinado conjunto de dados passa a assumir, para cada observação i , o valor de $z_i = (x_i - \mu) / \sigma$, onde μ e σ representam, respectivamente, a média e a variância das variáveis do conjunto de observações relacionado à variável original.

em dólar corrente (IND); PIB, em dólar corrente (GDP); PIB *per capita*, em dólar corrente (GDPpc); Número de habitantes (POP); RNB, em dólar corrente (GNI); Participação das poupanças brutas no PIB (SAV_REL); Índice de GINI (GINI); Número de pesquisadores em P&D, por milhão de habitantes (RES_RnD); Número de técnicos em P&D, por milhão de habitantes (TECH_RnD); Percentual da população vivendo em áreas rurais (RUR_POP_REL); Percentual da população vivendo em áreas urbanas (URB_POP_REL); Exportações de alta tecnologia, em dólar corrente (HI_TECH_X); Percentual da população empregada na agricultura (EMP_AGR_REL); Percentual da população empregada na indústria (EMP_IND_REL); Taxa de desemprego (UNEMP_REL).

Como ressaltado, para a elaboração dos resultados do presente trabalho, foi realizada a Análise Multivariada Fatorial com ajuda do *software* R, realizando os testes de Bartlett e KMO, além da escolha dos fatores. Para Análise Fatorial, os dados foram considerados enquanto um painel, de modo que os resultados englobam tanto os dados do período inicial quanto final, o que foi feito para que se pudesse obter um número maior de graus de liberdade nos testes estatísticos pertinentes a esse tipo de análise.

Assim sendo, as Tabelas 1 e 2 mostram que, semelhante à experiência do trabalho de Fagerberg e Srholec (2007, p. 19), pode-se observar a formação de três fatores principais, os quais, juntos, explicam 71% da variância nas 19 variáveis. Em seu trabalho, os autores constataram que “a análise proporcionou quatro fatores principais, os quais, juntos, explicam 74% da variância total”¹¹. Ressalta-se que, em relação a este trabalho, ao invés de 19, os autores utilizaram 24 variáveis.

Acrescenta-se, ainda, a padronização teórica e empírica das variáveis para este trabalho; as mesmas foram escolhidas de acordo com as seguintes características: I) precisavam representar as definições sobre o SNI; II) seguiram a lógica do trabalho de Fagerberg e Srholec (2007); III) representaram as relações comerciais (OCDE) e tecnológicas (PCT) dos países selecionados; IV) precisavam ser passíveis ao uso da metodologia selecionada e de fácil compreensão quanto aos seus possíveis resultados. No trabalho dos referidos autores, por

exemplo, notou-se a utilização de variáveis como o *número de certificados ISSO 9000 por habitante*; *leis e ordens*; e índice de democracia e autocracia. Devido à difícil disponibilidade desses dados, tais variáveis não foram compiladas neste estudo. Contudo, nesse mesmo trabalho, têm-se variáveis como as matrículas *no Ensino Médio e no Ensino Superior*, as quais, para dar mais consistência ao raciocínio teórico deste estudo, foram substituídas por *número de pesquisadores em P&D por milhão de habitantes e número de técnicos em P&D por milhão de habitantes*.

O teste de esfericidade de Bartlett (TEB=2203,72) se mostrou significativo a 1%, de modo que se rejeita a hipótese de a matriz de correlação das variáveis ser uma matriz- identidade. Além disso, o teste de Keiser-Meyer-Olkin apresentou valor 0,78. Esse valor do KMO mostra que a análise da base de dados é passível do tratamento com as técnicas de análise fatorial em um nível intermediário.

Tabela 1 – Raízes Características e Percentual da Variância Explicada em Cada Fator

| Fator | Raiz | Variância Explicada Pelo Fator (%) | Variância Acumulada (%) |
|-------|------|------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 6,77 | 36 | 36 |
| 2 | 4,23 | 22 | 58 |
| 3 | 2,41 | 13 | 71 |

Fonte: Resultados de Pesquisa.

Observando as cargas fatoriais, conforme a Tabela 2, pode-se considerar o agrupamento das variáveis (destacadas em negrito quanto ao fator na qual estariam contidas). A divisão desses fatores pode ser observada na Tabela 4, já destacando a característica de cada fator, ou o conjunto de características que cada um dos agrupamentos contém.

Observa-se, então, que os principais grupos de variáveis relacionados a aspectos nacionais de competitividade econômica e tecnológica, em conformidade com o escopo que discute a questão dos SNIs (FREEMAN, 1995; OCDE, 1997; LUNDVALL *et al.*, 2002; GORDON, 2009; JUNG; MAH, 2013; FAGERBERG; SRHOLEC, 2007; SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2008, 2011), estariam relacionadas aos fatores 1 e 3, nomeados de “Desempenho econômico e tecnológico” e de

¹¹ No original: *the analysis led to the selection of four principal factors jointly explaining 74% of the total variance.*

“Grau de desenvolvimento econômico”. A distinção estaria justamente no viés mais produtivo do primeiro e mais distributivo do segundo (principalmente considerando as variáveis de PIB *per capita*, Índice de GINI, e Taxa de Desemprego).

Tabela 2 – Resultados da Análise dos Componentes Principais

| VAR | RC1 | RC2 | RC3 | H2 (comunalidade) |
|-------------|-------|-------|-------|-------------------|
| PATENT_NONR | 0.92 | 0.02 | -0.06 | 0.85 |
| PATENT_R | 0.84 | 0.02 | 0.18 | 0.73 |
| AGR | 0.60 | 0.68 | 0.17 | 0.86 |
| MANUF | 0.98 | 0.07 | 0.10 | 0.98 |
| IND | 0.98 | 0.09 | 0.08 | 0.98 |
| GDP | 0.96 | -0.06 | -0.02 | 0.93 |
| GDPpc | 0.33 | -0.43 | 0.49 | 0.53 |
| POP | 0.37 | 0.82 | 0.16 | 0.83 |
| GNI | 0.96 | -0.07 | -0.02 | 0.93 |
| SAV_REL | 0.03 | 0.37 | 0.63 | 0.54 |
| GINI | 0.05 | 0.00 | -0.70 | 0.49 |
| RES_RnD | 0.15 | -0.52 | 0.61 | 0.66 |
| TECH_RnD | -0.08 | -0.28 | 0.48 | 0.32 |
| RUR_POP_REL | -0.07 | 0.87 | -0.04 | 0.76 |
| URB_POP_REL | 0.07 | -0.87 | 0.03 | 0.76 |
| HI_TECH_X | 0.86 | 0.11 | 0.25 | 0.81 |
| EMP_AGR_REL | 0.02 | 0.94 | -0.05 | 0.88 |
| EMP_IND_REL | 0.21 | -0.01 | 0.38 | 0.19 |
| UNEMP_REL | -0.07 | -0.14 | -0.61 | 0.40 |

Fonte: Resultados de Pesquisa. Estatísticas: TEB, $\chi^2=2203,72$, p-valor=0, graus de liberdade = 171; KMO=0,777895.

Vale ressaltar que a maior parte da variância dos dados seria explicada pelo Fator 1 (36%), de modo que o conjunto completo dos dados está, em larga medida, relacionado aos fatores de desempenho econômico e tecnológico, similarmente à dedução de Fagerberg (1994, 2004) e Fagerberg e Srholec (2007), incluindo as seguintes sete variáveis: Submissão de patentes por não residentes; submissão de patentes por residentes; valor adicionado pelo setor de manufatura, em dólar corrente; valor adicionado pelo setor de manufatura, em dólar corrente; PIB, em dólar corrente; RNB, em dólar corrente; e exportações de alta tecnologia, em dólar corrente.

Tabela 3 – Agrupamento das Variáveis em Fatores

| Fator 1: Desempenho econômico e tecnológico | Fator 2: Perfil da população/ demografia | Fator 3: Grau de desenvolvimento econômico |
|---|--|--|
| PATENT_NONR | | GDPpc |
| PATENT_R | AGR | SAV_REL |
| MANUF | POP | GINI |
| IND | RUR_POP_REL | RES_RnD |
| GDP | URB_POP_REL | TECH_RnD |
| GNI | EMP_AGR_REL | EMP_IND_REL |
| HI_TECH_X | | UNEMP_REL |

Fonte: Resultados de Pesquisa.

As cargas fatoriais relacionadas ao fator de “Desempenho econômico e tecnológico” permitem a construção de um ranking, conforme exposto na Tabela 4, que reforça a heterogeneidade presente na competitividade dos países, embora todos sejam considerados industrializados. O ranking também permite algumas reflexões, como a confirmação da presença de países como EUA, Japão e Alemanha no período inicial e a manutenção de sua relativa importância no período final; entretanto, permite, também, observar a forte ascensão dos países do chamado BRICS: à exceção da África do Sul, que manteve uma posição desfavorável no contexto dos países selecionados. Nesse sentido, observa-se o ganho de posições da China, passando a ser um extremo da tabela e destoando do restante do grupo, e Índia (da posição 25 para 4), Brasil (de 22 para 8) e Rússia (de 20 para 7), que passaram de escores abaixo para acima da média¹².

Tabela 4 – Ranking dos Escores Fatoriais do Fator “Desempenho econômico e tecnológico”

| Posição Inicial | País | Escore Fatorial (2000-2002) | Posição Final | País | Escore Fatorial (2009-2011) |
|-----------------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 1 | EUA | 12.1756 | 1 | China | 11.3644 |
| 2 | Japão | 7.2759 | 2 | EUA | 8.2641 |
| 3 | Alemanha | 2.2638 | 3 | Japão | 3.9523 |
| 4 | China | 1.7795 | 4 | Índia | 2.7990 |
| 5 | Reino Unido | 1.2540 | 5 | Alemanha | 1.3529 |
| 6 | França | 0.7467 | 6 | Coreia do Sul | 0.4127 |

12 O somatório dos escores fatoriais é sempre igual a zero, e portanto também assume esse valor a sua média.

| Posição Inicial | País | Escore Fatorial (2000-2002) | Posição Final | País | Escore Fatorial (2009-2011) |
|-----------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 7 | Coreia do Sul | 0.7044 | 7 | Rússia | 0.1059 |
| 8 | Canadá | 0.6050 | 8 | Brasil | 0.0421 |
| 9 | Suécia | 0.3006 | 9 | Itália | -0.2054 |
| 10 | Itália | 0.0146 | 10 | França | -0.2287 |
| 11 | Suíça | -0.1139 | 11 | México | -0.2981 |
| 12 | Noruega | -0.2253 | 12 | Reino Unido | -0.5104 |
| 13 | Austrália | -0.3082 | 13 | Suécia | -0.5406 |
| 14 | Dinamarca | -0.3661 | 14 | Bolívia | -0.6211 |
| 15 | Bélgica | -0.3981 | 15 | Filipinas | -0.6479 |
| 16 | Luxemburgo | -0.4540 | 16 | Polônia | -0.7117 |
| 17 | Áustria | -0.5130 | 17 | Irã | -0.7649 |
| 18 | Israel | -0.5245 | 18 | Egito | -0.7704 |
| 19 | Espanha | -0.5824 | 19 | Espanha | -0.9479 |
| 20 | Rússia | -0.6378 | 20 | Canadá | -0.9510 |
| 21 | México | -0.6445 | 21 | Austrália | -1.0245 |
| 22 | Brasil | -1.1581 | 22 | Grécia | -1.0464 |
| 23 | Grécia | -1.1687 | 23 | Ucrânia | -1.1301 |
| 24 | Portugal | -1.1782 | 24 | Áustria | -1.1414 |
| 25 | Índia | -1.3423 | 25 | Argentina | -1.1503 |
| 26 | Irã | -1.4283 | 26 | Noruega | -1.2404 |
| 27 | Chile | -1.4698 | 27 | Portugal | -1.2689 |
| 28 | Ucrânia | -1.5525 | 28 | Israel | -1.2851 |
| 29 | Polônia | -1.6222 | 29 | Venezuela | -1.3276 |
| 30 | Argentina | -1.6361 | 30 | Suíça | -1.5685 |
| 31 | Venezuela | -1.7566 | 31 | Chile | -1.6090 |
| 32 | Filipinas | -1.8183 | 32 | Bélgica | -1.6403 |
| 33 | Egito | -1.8265 | 33 | África do Sul | -1.6715 |
| 34 | Bolívia | -2.0478 | 34 | Dinamarca | -1.7904 |
| 35 | África do Sul | -2.3467 | 35 | Luxemburgo | -2.2012 |

Fonte: Resultados de Pesquisa.

Por fim, com vista nas posições alcançadas pelos países em cada um dos períodos acima mencionados, enfatiza-se a persistência da heterogeneidade referente ao desempenho econômico e tecnológico dos países selecionados. Trata-se, portanto, de destacar a volatilidade desse processo, isto é, do quão importante é para um país que busca alcançar patamares mais elevados de crescimento e desenvolvimento econômico se enraizar em uma rotina dinâmica de produção e gestão de tecnologia.

As constatações empíricas de Fagerberg e Srholec (2007), portanto, vão ao encontro do contexto dos resultados alcançados neste trabalho no que tange o SNI, mostrando a existência de correlação forte entre variáveis relacionadas à C&T e ao financiamento da atividade econômica.

Dessa forma, assume-se a inovação tecnológica como um processo inevitavelmente dinâmico e cumulativo, o qual passa por rápidas transformações, de maneira que o posicionamento estratégico de um país (ou de um bloco econômico) pode fazer toda a diferença no que tange à competitividade no cenário econômico internacional, reforçando-se a necessidade de criar e consolidar um SNI que auxilie a adaptação mais rápida às mudanças sistêmicas do mundo, além de ter uma rotina de longo prazo melhor estruturada.

5 Conclusão e perspectivas futuras

O presente trabalho tentou mostrar de forma mais clara as formulações conceituais sobre os chamados Sistemas Nacionais de Inovação, bem como apresentar sua interpretação enquanto conciliação entre o amadurecimento das suas instituições relevantes e das interações entre elas – especialmente, empresas, governos, universidade e instituições públicas de pesquisa, além do sistema financeiro.

Associada a essa perspectiva, está a importância dos SNIs para o desenvolvimento econômico dos países, não apenas garantindo um maior grau de competitividade a partir da sua capacidade inovadora, mas da melhoria de indicadores socioeconômicos em escala mais ampla, relacionados ao desenvolvimento das relações sociais ligadas à confiança e governança, por exemplo.

A perspectiva das inovações, enquanto elemento nacional, a partir de um esforço de colaboração institucional sistêmico e a partir de *feedbacks*, ao longo de toda cadeia de criação e utilização de conhecimento, reforça que o simples advento das inovações não deve ser o fim da pesquisa científica e tecnológica, ou de esforços em pesquisa e desenvolvimento, mas, uma vez que se dê a difusão desse conhecimento, o aproveitamento econômico (e social) das inovações deve ser o foco das análises de Sistemas Nacionais de Inovação.

A compreensão do que torna cada país peculiar em um ambiente inovador (e de aprendizado)

global permite reconhecer forças e fraquezas sistêmicas, refletidas em processos que podem ser fortalecidos em experiências internas de consolidações das interações institucionais demarcadas como centrais para os SNI.

Nessa perspectiva que foi elaborada a Análise Fatorial da seção anterior, tentando ressaltar, do conjunto de indicadores econômicos (tanto em termos de tamanho das economias quanto em relação à distribuição de sua estrutura produtiva e riquezas) e tecnológicos, quais variáveis estariam relacionadas à maior parte das variações observadas nos dados, ou melhor, quais variáveis representariam a maior capacidade de alteração das demais, em conjunto com as mesmas, algo desejável quando se pensa na melhoria dos indicadores como um todo.

O ranking elaborado posteriormente permitiu, ainda, a observação da melhoria relativa nesse fator de maior centralidade quanto aos países de grande relevância em uma perspectiva futura de crescimento e desenvolvimento econômico (em especial, os BRIC, como já apontado, que passam a fazer frente, em termos de competitividade econômica e tecnológica – um primeiro passo rumo a processos de desenvolvimento mais consolidados –, aos países centrais em termos de capacidade tecnológica e já considerados desenvolvidos – em especial, EUA, Japão e Alemanha).

Resumidamente, os resultados desse trabalho reforçam a necessidade da compreensão com mais profundidade de processos inovadores, não dando importância única às capacidades tecnológicas de competição a nível internacional, mas também relacionando os mesmos a processos de desenvolvimentos e de interações institucionais, foco do escopo de discussão de SNI. Sendo assim, em perspectivas de continuidade de pesquisa, mostra-se interessante entender como os saltos observados nos países dos BRIC (em especial, Brasil, Índia e Rússia) podem ser compreendidos e que, se o amadurecimento das interações e dos sistemas inovadores for desenvolvido nos mesmos e decisivos para saltos como aqueles observados na Tabela 5, haverá a compreensão dos resultados de forma mais consistente para relacioná-los a processos futuros de crescimento e desenvolvimento econômico.

Referências

- AGHION, P.; DAVID, P. A.; FORAY, D. **Science, technology and innovation for economic growth: towards linking policy research and practice in 'STIG Systems'**. Stanford: Stanford Institute for Economic Policy Research, oct. 2008. (SIEPR Discussion Paper, n. 06–39).
- AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth though creative destruction. **Econometrica**, v. 60, n. 2, p. 323-351, mar. 1992.
- ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **Rev. Econ. Stud.**, v. 29, n. 3, p. 155-173, jun. 1962.
- BECKER, S. G. Investment in human capital: a theoretical analysis. **Journal of Political Economy**, v. 70, n. 5, p. 9-49, oct. 1962.
- CHANDLER, A. D. **The visible hand**. Cambridge, MA: Belknap Press, 1977.
- CHANDLER, A. D. **Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism**. Cambridge, MA: Belknap Press, 1990.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–152, mar. 1990.
- CRUZ, F. O.; RIBEIRO, C. G. A Modernização Agrícola nos Municípios da Mesorregião Campo das Vertentes: uma aplicação de métodos de análise multivariada. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 7., 2006, Quito, Equador. **Anais...** Quito, Equador: ALASRU, 2006.
- DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “Argumento da Hélice Tripla”. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, jul./dez. 2003.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The triple helix as a model for innovation studies: conference report. **Science & Public Policy**, v. 25, n. 3, p. 195–203, 1997.

_____. The endless transition: a triple helix of university-industry-government relations. **Minerva**, v. 36, n. 3, p.203-208, 1998.

FACHEL, J. M. G. **Análise Fatorial**. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 1976.

FAGERBERG, J. Technology and international differences in growth rates. **Journal of Economic Literature**, v. 32, n. 3, p. 1147–1175, set. 1994.

_____. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R (Eds.). **The oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2004. p. 1–26.

FAGERBERG, J. SRHOLEC, M. **National innovation systems, capabilities and economic development**. Oslo: Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo (TIK Working Paper on Innovation Studies 20071024), oct. 2007.

FARINHA, L. FERREIRA, J. J. **Triangulation of the triple helix: a conceptual framework**. London: Triple Helix Association, 2013.

FERNANDES, T. A. G.; LIMA, J. E. Uso de análise multivariada para identificação de sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 10, p. 1823-1836, out. 1991.

FERREIRA, M. A. T.; ROCHA, E. M. P. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. Brasília: **Ci. Inf.**, v. 33, n. 3, p.61–68, set./dez. 2004.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, p. 5–24, 1995.

GORDON, J. L. P. L. **Sistema nacional de inovação: uma alternativa de desenvolvimento para os países da América Latina**. [S.I.: s.n.],

2009. Disponível em: <<http://goo.gl/uANwT3>>. Acesso em: 22 dez. 2013.

JUNG, J.; MAH, J. S. R&D policies of Korea and their implications for developing countries. **Science, Technology & Society**, v. 18, n. 2, p.165–188, jul. 2013.

KALDOR, N.; MIRRLEES, J. A. A new model of economic growth. **Rev. Econ. Stud.**, v. 29, n. 3, p. 174-192, jun. 1962.

LALL, S. Technological Capabilities and Industrialization. **World Development**. v. 20, n. 2, 1992.

LEE, J-D.; PARK, C. Research and development linkages in a national innovation system: factors affecting success and failure in Korea. **Technovation**, v. 26, p. 1045-1054, 2006.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, p. 3–42, 1988.

LUNDEVALL, B-Å. **The economics of knowledge and learning**. Aalborg University: Department of Business Studies, 2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/214113752/Lundvall-2003>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LUNDEVALL, B.; ANDERSEN, E. S.; DALUM, B.; JOHNSON, B.;. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy**, Oslo, v. 31, p. 213–231, 2002.

MEIER, G. M. Introduction: ideias for development. In: MEIER, G. M.; STIGLITZ, J. E. (Eds.). **Frontiers of development economics: the future in perspective**. New York: World Bank and Oxford University Press, 2001.

MELLO, G. R.; SLOMSKI, V. Verificando o endividamento dos estados brasileiros: uma proposta utilizando análise multivariada de dados. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30., 2006, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ANPAD, 2006.

- NELSON, R. Research on productivity growth and productivity differences: dead ends and new departures. **Journal Economic Lit.**, v. 19, n. 3, p. 1029-1064, sept. 1981.
- NELSON, R.; PHELPS, E. Investment in humans, technological diffusion and economic growth. **American Economic Review**, Paper and Proceedings, v. 56, n. 2, p. 69–75, 1966.
- NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 3–21.
- NELSON, R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard U. Press, 1982.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. **National innovation systems**. Paris: OCDE, 1997.
- ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002–1037, out. 1986.
- _____. Human capital and growth: theory and evidence. **Public Policy**, North-Holland, v. 32, p. 251–286, Spring, 1990.
- SALA-I-MARTIN, X. **15 years of new growth economics: what have we learnt?** New York: Columbia University-Departamento de Economia, 2002. (Discussion Paper, 0102-47).
- SCHULTZ, T. W. **O Capital humano: investimentos em educação e pesquisa**. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.
- SCHUMPETER, J. A. **Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process**. New York: McGraw-Hill, 1939. v. 2.
- _____. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Nova Cultura, 1997.
- SILVA, R. G. da; BAPTISTA, A. J. M. S.; FERNANDES, E. A. Modernização agrícola na região Norte: uma aplicação da estatística multivariada. **Revista RV Economia**, Rio Verde, v. 5, n. 11, p. 20-24, nov. 2003.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. **A Interação entre as universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CÁRIO, S. A. F. (Orgs.) **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2011. p. 1–25. (Coleções Economia, Política e Sociedade). Disponível em: <http://issuu.com/grupoautentica/docs/em_busca_da_inova_o_intera_o>. Visitado em 15 de abril de 2014.
- WINTER, S. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 5, n. 3-4, p. 287–320, 1984.