

# AVANÇO OU ESTAGNAÇÃO? SNI DAS PRINCIPAIS ECONOMIAS EMERGENTES DA AMÉRICA LATINA DEPOIS DA DÉCADA DE 1990

## *ADVANCE OR ESTAGNATION? SNI OF MAJOR EMERGING ECONOMIES IN LATIN AMERICA AFTER THE 1990S*

Dra. Fernanda Maciel Reichert <sup>1</sup>  
Dra. Everson dos Santos Spindler <sup>1</sup>  
Dra. Andrei Mikhailov <sup>2</sup>

Recebido em: 14/07/2019  
Aceito em: 25/07/2019

[fernandareichert.email@gmail.com](mailto:fernandareichert.email@gmail.com)

**Resumo:** Este estudo visa analisar o Sistema Nacional de Inovação (SNI) das principais economias emergentes na América Latina. Para isso, foram utilizados indicadores focados na ciência, tecnologia e educação, coletados a partir de diferentes fontes. Os resultados analisados demonstram que o Chile é o país que mais gera patentes, a Argentina foi a economia que mais apresentou pesquisadores atuando em P&D, o Brasil se destacou pela parcela do PIB destinada à educação e a Colômbia teve maior aumento geral nos indicadores. Ainda assim, os referidos países se encontram consideravelmente atrasados em relação aos países do Leste Europeu.

**Palavras-chave:** Sistema Nacional de Inovação; SNI; Inovação; América Latina; Brasil.

**Abstract:** This study aims to analyze the National Innovation System (SNI) of major emerging economies in Latin America. For this, indicators focused on science, technology and education were collected from different sources. The results show that Chile is the country that generates the most patents, Argentina was the economy that presented the most researchers working in R&D, Brazil stood out for its share of GDP for education and Colombia had the largest overall increase in indicators. Even so, these countries lag considerably behind Eastern European countries.

**Keywords:** National Innovation System; Innovation; Latin America.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo – Rio Grande do Sul – Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo visa analisar os resultados do Sistema Nacional de Inovação (SNI) das principais economias emergentes da América Latina. Com intuito de comparar os países foram utilizados indicadores sugeridos por Alcorta e Perez (1998), Freeman (2002) e Lundvall (2007), focados na ciência, tecnologia, P&D, assim como em investimentos e qualidade na educação.

O Sistema Nacional de Inovação começou a ser conceituado paralelamente em diferentes lugares na Europa e nos Estados Unidos na década de 1980 (LUNDVALL, 2007). Apesar de ser uma área de estudos relativamente nova, conforme Teixeira (2013), a difusão dos estudos sobre SNI tem sido surpreendentemente rápida. Estudos sobre SNI são concentrados em número relativamente pequeno de países, como Dinamarca, Estados Unidos e Reino Unido, ainda assim, sua influência é global, já que vai além da área da inovação, perpassando por área como geografia econômica, estudos ambientais e negócios internacionais (TEIXEIRA, 2013).

A abordagem traz diversas implicações nas práticas das autoridades governamentais e é utilizada pelas organizações internacionais a exemplo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) e União Europeia (EDQUIST, 2002). Apesar de bastante presente entre as economias desenvolvidas, países emergentes, em especial os da América Latina, ainda carecem de análises comparativas dos sistemas nacionais de inovação.

Dentro dos estudos englobando países da região, alguns fazem comparação dos SNI com as economias do Sudeste Asiático (RULLAN et al., 2015) ou também com África do Sul e com a Índia (ALBUQUERQUE, 2003), estes imersos em um contexto cultural e histórico diferente. Por outro lado, houve estudos que analisaram o SNI de um país específico, a exemplo de México (RULLAN; CASANOVA, 2016) e Colômbia (CHARRY, 2009; MALAVER; PEREZ, 2005). Ainda assim é importante ressaltar que na década de 1990, Alcorta e Peres (1998) conduziram a análise dos SNI dos países latino-americanos, a partir da qual ficaram evidentes as dificuldades da região em criar sistemas de inovação mais eficientes.

Após duas décadas, é oportuno analisar novamente o SNI das principais economias emergentes da região, executando o levantamento dos seus principais resultados em termos de indicadores da inovação, conhecendo assim a evolução da trajetória na inovação de cada um dos países. Surge a seguinte questão norteadora do trabalho: quais foram os resultados e avanços dos SNIs das principais economias emergentes da América Latina ao longo do período 1996 - 2015? Neste sentido o presente trabalho visa utilizar a abordagem dos SNI para avaliar o contexto dos principais países emergentes da América Latina. Por meio do artigo busca-se realizar análise dos resultados das principais economias da região em termos de indicadores dos SNI, sob a perspectiva principalmente dos autores clássicos da área, em especial Freeman (2002) e Lundvall (2007). Os países analisados, sendo estes Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México, são economias que compartilham um passado colonial luso-hispânico, elevados índices de corrupção, industrialização tardia e atraso tecnológico em relação aos países desenvolvidos.

O artigo está dividido em seis seções, começando pela introdução. Na seção seguinte, é realizada a revisão bibliográfica sobre SNI, suas principais conceituações, categorias, além de considerações em termos de inovação sobre cada país latino-americano analisado. O método é descrito na terceira seção, e os principais resultados são apresentados na quarta. A quinta seção compreende discussão dos resultados, seguida pela conclusão.

## 2. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

Freeman (1989), por meio da análise do sistema japonês, torna o conceito de SNI mais difundido na comunidade acadêmica, trazendo um conjunto abrangente de atores participantes e instituições que configuram o processo de inovação em cada país. Segundo o autor, o crescimento econômico pode ser visto como resultado dos benefícios advindos da inovação e da difusão de tecnologia, sendo que diferentes países possuem diferentes habilidades na exploração destes. Assim, Freeman (1989) utilizou termo SNI para denominar os fatores responsáveis por essas diferenças (FAGERBERG; SAPPASERT, 2011). Desde então, a abordagem do SNI tem sido utilizada em diversos estudos com o intuito de analisar os fatores de desenvolvimento econômico dos países (LUNDVALL, 2007; DODGSON, 2009).

A SNI apresenta uma série de definições de diversos autores, similares no “valor de face”, mas com algumas diferenças quanto a significado, ênfase e o uso do conceito (ALCORTA; PEREZ, 1998). Assim, para Freeman (1989), o SNI é uma rede de instituições públicas e privadas cujo objetivo é de importar, modificar e difundir tecnologia. Lundvall (1992) define Sistema Nacional de Inovação como todas as partes da estrutura econômica e da organização institucional que afetam o ensino, investigação e a exploração, que surgem como subsistemas onde a aprendizagem está inserida. Patel e Pavitt (1994) o definem como as instituições nacionais, suas estruturas de incentivos e suas competências, que determinam a taxa e direcionamento do aprendizado tecnológico em um país.

Para Etzkowitz (2008), o SNI é considerado um resultado da coordenação de diferentes mecanismos e instituições sociais nas regiões de interface entre esferas diferentes. O modelo Hélice Tríplice, que é a interação entre governo, indústria e universidade, trabalha na capacidade de transformar ativos baseados em produtos primários para um conjunto de ativos de conhecimento. A estrutura atual é também o resultado das alterações estruturais passadas e um processo de ajuste constante das esferas (Universidade, Governo e Indústria) em ações deliberadas de coordenação e cooperação.

A percepção mais recente de Zoltan et al. (2017) ressaltam que as configurações do SNI dos países é resultado de processos históricos e path-dependency, normas sociais e crenças, assim como da sua interação com políticas nacionais e desenvolvimento institucional ao longo do tempo. Assim, a complexidade das interações entre as instituições públicas e privadas que compõem o SNI está diretamente relacionada com as diferenças no desempenho econômico dos países (ALBUQUERQUE, 2003). A perspectiva de um Sistema de Inovação traz um conjunto mais

abrangente de atores participantes e instituições que configuram o processo de inovação (LUNDVALL, 2007).

Embora estudos sobre SNI apontem para as atividades da firma como o elemento determinante do sucesso, é ressaltado ainda a importância do papel do Estado no sistema, visto que os sistemas regulatórios nacionais são relevantes, particularmente, em relação à propriedade intelectual. Com isso, para que o SNI seja efetivo, é preciso que ele esteja em contínuo desenvolvimento, buscando condições apropriadas para o desenvolvimento econômico dos agentes (DODGSON, 2009). Ainda no contexto dos SNIs, é importante salientar que o investimento no capital humano é um driver essencial da inovação (RULLAN et al., 2015). A SNI pode ser dividida em diferentes categorias, apresentada na seção a seguir.

## **2.1 Categorias do Sistema Nacional de Inovação**

Para Nelson (1993), a diversidade dos arranjos que determina as configurações dos SNI é extensa e pode ser percebida a partir de certas características como as especificidades das firmas inovadoras de cada país, suas relações com as instituições de pesquisa, o quanto se dedicam à ciência básica, o papel do governo na articulação das instituições, diferentes arranjos do sistema financeiro e também o nível de formação profissional da mão-de-obra, além de outros fatores (LUNDVALL, 1992; PATEL; PAVITT, 1994).

Visto tal diversidade, é necessário, portanto, que haja comparabilidade (PATEL; PAVITT, 1994). Para isso, Albuquerque (1996) sugere, então, uma divisão de comparabilidade em três grupos levando em consideração características importantes do SNI, os quais são descritos a seguir: (i) o primeiro grupo compreende o SNI de países desenvolvidos. O SNI desses países capacitam-nos para manterem a liderança na fronteira tecnológica. Pode-se identificar esse primeiro grupo a partir da capacidade de geração tecnológica e de participação na liderança da produção científica mundial. A categoria pode ser composta por países como Estados Unidos, Japão, Alemanha, Inglaterra, entre outros (ALBUQUERQUE, 1996); (ii) o segundo grupo abrange países que, por meio do SNI, têm como objetivo a difusão de inovações. Países com elevado dinamismo tecnológico oriundo da elevada capacidade de difusão que relacionada a uma forte atividade tecnológica interna permite que estes absorvam os avanços gerados nos centros mais avançados. Fazem parte dessa categoria países de alta intensidade tecnológica como Taiwan e Coreia do Sul. Essas nações têm como característica em comum a dimensão territorial não-continental (ALBUQUERQUE, 1996) e, por fim, (iii) o terceiro grupo é composto pelos países cujos sistemas de inovação não se completaram: países que pertencem a essa categoria desenvolveram sistemas de ciência e tecnologia que não se transformaram em sistemas de inovação. Brasil e Argentina, além do México e Índia se encaixam nessa categoria. Freeman (1988) enfatiza um critério relevante para a efetividade de um sistema de inovação que é o apoio desses sistemas em setores-chave da economia e também nos processos de learning by doing e learning by interacting (ALBUQUERQUE, 1996).

Albuquerque (1996) reitera que os países contemplados no terceiro grupo dependem fundamentalmente de acesso à tecnologia estrangeira, visto que tem seu setor industrial defasado,

enquanto que os países da segunda categoria combinam alta capacidade de assimilação de tecnologia dos países líderes com a capacidade de desenvolver inovações incrementais.

Há também a classificação dos SNI conforme os critérios PS-KB-OC (NACLERIO, 2010) baseada em três fatores: “sistema político” (PS), “base de conhecimentos” (KB) e “sistema produtivo” (OS). Neste modelo, a essência de um SNI é a construção de uma base de conhecimentos que ocorre por meio das interações entre os sistemas político e operacional. Assim, os recursos para a criação de uma base de conhecimento não envolvem apenas as atividades de P&D, novos produtos e processos, mas também vêm da estrutura produtiva (NACLERIO, 2010). O autor ainda classifica SNI dos países em três categorias, onde a primeira compreende os países desenvolvidos, que apresentam uma dinâmica base de conhecimento e elevada coordenação entre os setores público e privado, assim como uma estrutura de produção internacionalizada. A segunda categoria é a de “países em desenvolvimento do tipo I”, que estão em processo de geração de uma base de conhecimento dinâmica, apresentam a coordenação entre os setores público e privado. Já a terceira categoria, “países em desenvolvimento do tipo II”, apresenta uma fraca base de conhecimento, podendo passar por crises na área de educação e depender consideravelmente dos recursos financeiros provenientes do exterior. Para Naclerio (2010), países latino-americanos podem ser enquadrados nessa última categoria.

Fagerberg e Sapprasert (2011) complementam que a partir dos meados dos anos 1990, estudos sobre SNI apresentaram forte ênfase nas economias dos países-membros OCDE. Junto a isso, é importante ressaltar que nos anos 1990, diversas economias do Leste Europeu passaram por uma abertura econômica e política, no decorrer do qual foi percebido seu atraso tecnológico e gerencial em relação aos países da Europa Ocidental. Com isso, da mesma forma que as economias da América Latina, países do Leste Europeu, conforme Kravtsova e Radosevic (2012) são consideradas economias que precisam de catch-up para alcançar os países desenvolvidos.

Ao debater sobre os pontos acima, é evidente que a abordagem do Sistema de Inovação ainda carece de adaptações para situações dos países em desenvolvimento (LUNDVALL, 2007).

## **2.2 Contexto dos Países da América Latina**

Apesar de menos presente na literatura acadêmica que os estudos sobre os países desenvolvidos, no passado, e também recentemente, houve uma série de estudos que buscavam analisar os SNIs das economias da região. Entre estes, pode-se apontar o estudo de Alcorta e Perez (1998), por meio do qual foi possível analisar os SNIs dos países da América Latina e Caribe. Para autores, os SNI dos países da região são formados por entidades e instituições pouco desenvolvidas. Nesse estudo, autores apontam que resultados dos SNIs dos países analisados ao longo do período foram bastante modestos.

Assim, apesar do considerável crescimento do setor industrial nos países a partir de 1955, estes tiveram dificuldade em iniciar e expandir a produção de produtos tecnologicamente mais avançados (ALCORTA; PEREZ, 1998). Após as crises de dívida externa em meados dos anos de 1980, países da América Latina tiveram papel de governo reduzido no desenvolvimento econômico. A

formulação de estratégias setoriais deixou de ser prioridade para os governos (ALCORTA; PEREZ, 1998) e o a partir dos anos 1990 houve uma considerável abertura para o mercado internacional especialmente do Brasil (BELLUZO; ALMEIDA, 1999). Da mesma forma, Rullan e Casanova (2016) apontam que Brasil e México, ao contrário de alguns outros países emergentes da década de 1960, a exemplo da Coreia do Sul, não tiveram governos que buscavam a criação de uma “economia de conhecimento”. Suzigan et al. (2011) complementam que o SNI brasileiro apresenta pouco dinamismo, principalmente no aspecto de interações universidade-indústria. Além disso, apesar da maior abertura para o comércio internacional, nos anos 1990 a economia Brasileira continuou se baseando na exploração de recursos naturais e nos recursos humanos de reduzido custo, ao invés de buscar a eficiência e qualidade na produção (ALCORTA; PEREZ, 1998).

Para Naclerio (2010), a economia da Argentina corresponde à economia dos países em desenvolvimento do tipo II e nos anos de 1990 passou por uma considerável transferência de tecnologia de recursos e de tecnologia a partir das economias desenvolvidas. Sendo assim, a concessão de patentes relacionados a transferência tecnológica duplicou entre 1991 e 1998. Ao mesmo tempo, importação de maquinário entre 1992 e 1997 foi sete vezes maior do que no período de 1986 a 1990. Contudo, para Naclerio (2010), a simples transferência de tecnologia não foi suficiente para gerar um adequado processo de inovação dentro do país. Além disso, o país não apresentou o esforço de aprendizado suficiente para gerar melhorias significativas no SNI.

Guirriman, Rejas e Ponce (2017) salientam que o Chile é um país que apresenta investimento governamental em atividade de P&D baixo se comparado a outros países, em especial membros da comunidade europeia. Junto a isso, necessita-se de um papel mais ativo do estado para que deficiências do SNI chileno possam ser resolvidos (GUIRRIMAN et al., 2017).

Rullan e Casanova (2016) argumentam que México tem incrementado seus sistemas institucionais para gerar a inovação, mas ainda é preciso aumentar a colaboração entre as universidades e o setor privado nos projetos relacionados à inovação. Além disso, para aumentar a inovatividade do país é necessário melhorar qualidade da educação em diferentes níveis, de modo a estimular a inovação (RULLAN; CASANOVA, 2016). Neste sentido, Rullan et al. (2015) complementam que o investimento em capital humano é um dos principais drivers da inovação para os países. Atualmente, a instituição responsável pela política científica e tecnológico do México é a Conacyt, que em 2012 lançou o plano nacional de inovação para os próximos 25 anos. Assim, a primeira fase do projeto trata de melhorar o funcionamento das instituições e promover a consolidação de novos negócios voltados para a inovação. Já a última fase do projeto compreende a consolidação do setor privado como principal financiador de pesquisa científica e de desenvolvimento experimental.

A Colômbia, apesar de estabelecer suas primeiras universidades no início do século XIX, teve a criação de um sistema de inovação atual somente no ano de 1973 com a promulgação da Lei 34, que determinou os poderes e atribuições da agência nacional de inovação da Colômbia, a Colciencias (CRESPI et al, 2015). Para os autores, algumas ações da agência, a exemplo dos incentivos financeiros para a geração de patentes e P&D, têm mostrado efeitos positivos no aumento da produtividade das empresas do país.

Além das deficiências em termos educacionais e P&D, nas décadas 1980 e 1990 países da América Latina apresentaram ineficiências no funcionamento das organizações de suporte a inovação. Goldmann (1994) sugere que organizações de suporte tecnológico à indústria precisam respeitar o balanço entre atender às necessidades de demanda e o acompanhamento de novas tendências tecnológicas do setor. Para Alcorta e Perez (1998), nos países de América Latina essas organizações não apresentam profundo conhecimento sobre novas tecnologias aplicadas, além disso, frequentemente centros de pesquisa não buscavam acessar as atualizações tecnológicas de domínio público, e com isso o setor industrial apresentava dificuldades na atualização das tecnologias utilizadas.

Com o intuito de analisar os países da América Latina sob o prisma do SNI, foi preciso estabelecer uma base comparativa entre os países. Para isso, foram utilizados os seguintes indicadores que representam o cenário de SNI de cada país: investimento em educação, qualidade da educação, investimento em P&D, número de pesquisadores em P&D, número de publicações em periódicos acadêmicos e patentes concedidas (ALCORTA; PEREZ, 1998; FREEMAN, 2002; LUNDVALL, 2007; EDQUIST, 2007)

### 3. MÉTODO

O presente estudo é descritivo e explanatório, pois busca conhecer os resultados dos SNI das principais economias da América Latina. Para isso, utilizou-se tanto de dados quantitativos quanto qualitativos. Entre as informações quantitativas foram levantadas a quantidade de patentes solicitadas, número de registro de marcas comerciais, quantidade de artigos científicos e técnicos publicados anualmente pelos países. Para Freeman (2002), a relevância dos SI para o crescimento econômico de uma país é essencial analisar longitudinalmente, visto a natureza técnica e institucional das transformações ocorridas.

Para efetuar a análise, foram escolhidas as principais economias emergentes da região em termos do PIB, sendo estas Chile, Brasil, México, Argentina e Colômbia (WORLD BANK 2017). As cinco economias apresentam IDH semelhante, variando entre 0,727 e 0,847 em 2015 (ONU, 2017). Além disso, os países selecionados foram responsáveis pela maior parte do PIB (74,4% em 2017) e da população da América Latina, o que torna sua trajetória impactante para toda a região. O período escolhido compreendeu anos 1996 - 2015 e os indicadores selecionados foram: (i) investimento em educação. Os dados foram obtidos por meio das informações da United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) e Organization for Economic Co-operation and Development Data (OCDE Data); (ii) qualidade da educação. Fonte utilizada foi o ranking da Programme for International Student Assessment (PISA). Ressalta-se que em alguns casos os resultados obtidos pelos países participantes, segundo o relatório da PISA, não possibilitaram obter uma única posição no ranking; com isso, o intervalo das posições em que o país se encontrava foi apresentado na forma "x"-y", ou seja, denominando que o limite inferior e limite superior da posição do país dentro do ranking. Além disso, especificamente para o ranking do PISA, ao longo dos 5 períodos analisados, foram considerados resultados da avaliação de 2003, 2006, 2009, 2012 e 2015,

respectivamente. (iii) investimento total em P&D em % ao PIB. Os dados foram obtidos por meio da NSF; (iv) pesquisadores em P&D por milhão de habitantes. Os dados foram obtidos por meio das informações da United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO); (v) publicações em journals acadêmicos e técnicos por milhão de habitantes. Fontes de dados foi a National Science Foundation (NSF); e (vi) patentes concedidas por milhão de habitantes. Dados foram obtidos por meio da World Intellectual Property Organization (WIPO).

É importante ressaltar que, a exemplo do caso de patentes concedidas e publicações em periódicos acadêmicos e técnicos, apenas dados totais para cada país ou região estavam disponíveis. Com isso, optou-se por coletar dados da população dos países analisados por meio dos dados da Organização das Nações Unidas (ONU) e efetivar cálculos, chegando às médias finais apresentadas nas tabelas subsequentes.

Para facilitar a comparação entre os indicadores apresentados por cada país, mitigando os possíveis efeitos das crises, oscilações anuais e até mesmo a indisponibilidade de dados para um determinado ano, escolheu-se dividir o período por quadriênios, apresentando a compilação das médias ao longo dos cinco períodos analisados. Sendo assim, os períodos de 1996 a 1999, 2000 a 2003, 2004 a 2007, 2008 a 2011, 2012 a 2015 são denominados de P1, P2, P3, P4 e P5.

A fim de comparar os resultados dos SNI dos países latino-americanos em relação a outras regiões, a média dos países da OCDE e média dos países do Leste Europeu<sup>3</sup> foram utilizadas. Países da OCDE representam o desenvolvimento e os países do Leste Europeu representam países que buscam o catch-up efetivo em relação aos países desenvolvidos (KRAVTSOVA; RADOSEVIC, 2012).

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados aborda os indicadores da educação, investimento em P&D, pesquisadores e técnicos envolvidos, entre outros. No Quadro 1, encontra-se os indicadores da educação.

Constata-se que o Brasil foi o país que mais investiu recursos governamentais na educação, com média de 4,82% ao longo do período de 20 anos. O México apresentou média de 4,71% e a Argentina e a Colômbia de 4,55% e 4,25% respectivamente. Já o Chile foi inicialmente o país que proporcionalmente menos investiu na educação, com a média 3,84% do PIB destinado a esta área. Por outro lado, gradativamente incrementou o investimento até atingir 4,51% no P5.

Ao analisar os resultados da educação, observa-se que, de modo geral, o Chile tem apresentado posições mais elevadas, oscilando, na maior parte do período, entre 40<sup>a</sup> e 44<sup>a</sup> posição. Por outro lado, Argentina, Brasil e México têm apresentado uma diminuição da qualidade do posicionamento do ranking. É importante salientar também que desde o início da avaliação PISA, o número de países participantes aumentou de 32 em 2000 para 72 países e territórios em 2015. Por conseguinte, uma queda no ranking dos países da América Latina não é necessariamente associada

<sup>3</sup> No artigo, o termo “Leste Europeu” se refere ao grupo de 11 países: Bulgária, Croácia, República Tcheca, Estônia, Hungria, Letônia, Lituânia, Polônia, Romênia, Eslováquia, Eslovênia. Nas estatísticas, Banco Mundial (2017) denomina este grupo como “Central Europe and Baltics”, porém, historicamente no Brasil, diversos destes países têm sido denominados como aqueles do Leste Europeu, particularmente as ex-repúblicas soviéticas, por isso o termo utilizado no artigo.

à queda semelhante da qualidade do ensino básico, e sim pela entrada de novos países na avaliação. Ressalta-se também que os países da OCDE, na sua maioria, ocupam predominantemente as posições superiores do ranking PISA.

Quadro 1: Indicadores da educação

<b>Indicador</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>Média</b>
<b>Investimento em Educação (% do PIB)</b>						
Argentina	4,1	4,24	3,97	5,16	5,35	4,55
Brasil	4,28	3,84	4,57	5,53	5,89	4,82
Chile	3,31	3,86	3,24	4,07	4,7	3,84
Colômbia	4,18	3,95	4,01	4,48	4,61	4,25
México	3,59	4,6	4,8	5,09	5,08	4,71
Média grupo AL	4,02	4,11	4,47	5,23	5,47	4,66
Média Leste Europeu	4,63	5,05	4,76	4,83	4,7	4,8
Média OCDE	4,73	5,13	5	5,26	5,25	5,08
<b>Qualidade da Educação</b>						
Argentina	-	50-55	57	58	-	
Brasil	32	50-54	52	59	64	
Chile	-	40-42	44	51	44	
Colômbia	-	50-55	51	63	58	
México	31	48-49	47	53	59	

Fonte: compilado e/ou calculado à partir da PISA, Banco Mundial, UNESCO e OCDE.

Conforme o Quadro 3, constata-se que ao longo da maior parte do período analisado o Brasil tem se mantido na liderança em termos de recursos investidos em P&D, com investimentos anuais variando em torno de 1% do PIB. Já a Colômbia é o país emergente que menos investiu em P&D, com investimento anual médio máximo durante entre 1994 e 1997, de 0,29% do PIB. Chile, por sua vez, apresenta investimento de 0,35% e 0,38% nos últimos períodos analisado, respectivamente, sendo o segundo país que menos investiu em atividades de P&D. Em contrapartida, a média dos investimentos dos países da OCDE aumentou de 1,98% no início do período para 2,32% do PIB no final do período. Com isso, observa-se que o investimento dos países da OCDE em P&D em relação ao PIB é, em média, 2 vezes maior que o respectivo investimento da economia emergente latino-americana que mais investe em pesquisa, neste caso o Brasil.

Quanto ao número de pesquisadores envolvidos em atividades de P&D, a Argentina se destaca perante as demais economias emergentes analisadas, com 701 pesquisadores a cada milhão de habitantes já no P1. Ao longo dos próximos 4 períodos, este número aumenta para 1179 durante o período de 2010 à 2015. O Brasil ocupa 2-a posição no quesito, com 658 pesquisadores por milhão de habitantes em P4. Em contrapartida, Colômbia fica em última posição com a média de apenas 136 pesquisadores por milhão de habitantes no período ao longo de todo o período analisado. Da mesma forma, países da OCDE apresentam um gradativo aumento do número de pesquisadores envolvidos em P&D, atingindo a média de 3835 pesquisadores por milhão no P5.

Países do Leste Europeu também apresentam um gradativo aumento das médias, passando de 1396 pesquisadores por milhão em P1 para respectivamente 2041 em P5.

No quesito de patentes, a Argentina apresentou a liderança no início do período, com 9,9 patentes por milhão durante o P1, mas apresenta dificuldades de aumentá-lo, ao longo dos anos posteriores. Já o Chile, inicialmente o país com menor número de patentes, com 1,25, passa a liderar o ranking dos países latino-americanos a partir de P4 (11,5 por milhão), atingindo 18,1 patentes por milhão em P5.

Quadro 2: Indicadores de Ciência, Pesquisa e Desenvolvimento

Período	P1	P2	P3	P4	P5	Média
<b>Investimento em P&amp;D (% do PIB)</b>						
Argentina	0,43	0,42	0,39	0,5	0,61	0,46
Brasil	-	1	1,01	1,14	1,19	1,07
Chile	-	-	0,31	0,35	0,38	0,35
Colômbia	0,29	0,13	0,16	0,2	0,22	0,19
México	0,3	0,36	0,38	0,43	0,49	0,39
América Latina	0,33	0,69	0,68	0,79	0,84	0,67
Leste Europeu	0,74	0,74	0,75	0,86	1,09	0,84
OCDE	2,18	2,29	2,23	2,39	2,43	2,3
<b>Pesquisadores em P&amp;D (por milhão de hab.)</b>						
Argentina	701	700	857	1090	1198	906
Brasil	-	450	578	658	-	562
Chile	-	-	337	330	385	351
Colômbia	72	119	135	182	150	136
México	213	262	357	332	-	291
América Latina	283	384	486	544	- <sup>4</sup>	424
Leste Europeu	1396	1398	1597	1755	2041	1637
OCDE	2564	2839	3128	3347	3835	3143
<b>Patentes concedidas (por milhão de hab.)</b>						
Argentina	9,9	5,9	10,8	8,4	9	8,8
Brasil	3	3,4	2,3	4	6,1	3,8
Chile	1,1	1,8	4,5	11,5	18,1	7,4
Colômbia	9,9	0,4	0,5	1,1	3,7	1,4
México	3	2,3	2,7	3,5	6,4	3,4
América Latina	4,4	3,0	3,1	4,3	6,7	4,3
Leste Europeu	41,5	30,1	35,6	45,5	57,1	42
OCDE	441	445	527	612	759	557
<b>Publicações em revistas acadêmicas e técnicas (por milhão de hab.)</b>						
Argentina	-	117	130	174	190	129
Brasil	-	77	130	199	238	131
Chile	-	112	173	247	295	207
Colômbia	-	14	27	63	91	37
México	-	53	77	95	105	69
América Latina	-	69	106	154	182	128
Leste Europeu	-	301	451	643	758	538
OCDE	-	716	902	1012	1077	927

Fonte: compilado e/ou calculado partir das informações do Banco Mundial, NSF, ONU, UNESCO, WIPO.

<sup>4</sup> Devido à ausência de dados para Brasil e México, que são as maiores economias da região, optou-se por deixar de calcular a média para o P5, pois que está não seria representativa.

Já o Brasil, o México e a Colômbia apresentaram seus maiores valores em P5, de 6,1, 6,4 e 3,7 respectivamente. Em termos de publicações científicas, a liderança da Argentina foi superada no P3 por Chile (173 publicações por milhão), e pelo Brasil em P4 (199 publicações por milhão). Assim, Chile consolidou-se como país latino-americano que proporcionalmente mais gera publicações a partir de P3. É importante adicionar que entre P2 e P5 o Chile aumentou seu número de publicações por milhão de habitantes em mais de 2,6 vezes, enquanto o Brasil o fez em 3,1 vezes, México em de 2,0 vezes e a Argentina em apenas 1,6 vezes respectivamente. Já a Colômbia foi o país que apresentou maior aumento no número relativo de publicações entre P2 e P5 (6,5 vezes), mas ainda assim continuou na última posição em P5, com 91 publicações por milhão de habitantes. É importante ressaltar que, ao analisar especificamente os dados anuais, o Brasil e o México apresentaram aumento do número de publicações com relação ao ano anterior em todos os anos, ressaltando assim a tendência do crescimento.

## 5. DISCUSSÃO

Dentro das cinco economias analisadas, cada uma merece destaque específico. O Chile, apesar de apresentar tanto investimentos em educação, quanto investimentos em P&D inferiores, de modo geral, a de outras economias da região analisadas, destaca-se por alguns outputs do SNI, a exemplo do número de publicações em periódicos científicos e técnicos e também pelo número de patentes concedidas. Com isso, pode-se supor que o país apresenta a interação entre universidades, institutos de pesquisa e a indústria ligeiramente mais intensas do que aquelas observadas, por exemplo, no Brasil e México, denotando uma trílice hélice mais eficiente (ETZKOWITZ, 2008).

Já Argentina no início do período destacou-se em termos de número de patentes concedidas, com taxa próxima a do Chile em P1. Entretanto, não conseguiu aumentar este número, sofrendo oscilações e diversas quedas no indicador ao longo do período, o que pode indicar falta de estabilidade e de gestão das políticas voltadas para geração e patenteamento de novas tecnologias. Brasil, a Colômbia e o México apresentaram aumento no valor do indicador, embora também chegaram a experimentar oscilações.

Entretanto, é essencial ressaltar que apesar do Chile ser o país com maior número de patentes na região, seu resultado geral ao longo dos 20 anos é de apenas 1,3% da média da OCDE e menos de um quinto da média dos países do Leste Europeu (17,6%). Constata-se, assim, que todas as economias analisadas, incluindo o Chile, precisam incrementar significativamente a interação entre academia e indústria, assim como a ênfase em pesquisa aplicada, buscando assim o desenvolvimento de novas tecnologias. A implicação deste achado implica que, da mesma forma que nas décadas de 1980 e 1990 (ALCORTA; PEREZ, 1998), países latino-americanos permanecem dependentes das tecnologias desenvolvidas no exterior, isto é, estão longe do papel de protagonistas de inovação, o que por sua vez poderá dificultar as melhorias na estrutura produtiva nacional.

Entretanto, é importante considerar que a inovação em setores de baixa intensidade tecnológica frequentemente difere daquelas encontradas em setores de alta intensidade tecnológica,

já que frequentemente tratam da inovação em processos (PUFFAL, 2015), ou estão relacionados à aplicação de tecnologias desenvolvidas por setores de intensidade tecnológica elevada (Reichert et al., 2016; Smith, 2005). Por conseguinte, a baixa geração de patentes não implica necessariamente em taxa igualmente baixa de geração de inovações nos países analisados.

Em termos do aumento de investimento em P&D, observou-se que em termos percentuais absolutos em relação ao PIB, os resultados da América Latina foram semelhantes àqueles apresentados pelos países da OCDE. Por conseguinte, em valores absolutos o gap de investimento entre dois grupos pode não estar diminuindo. Ressalta-se que os valores foram mensurados considerando as diferenças em PIB per capita entre os países desenvolvidos e as economias latino-americanas (WORLD BANK, 2018). Com isso, poderá haver uma tendência de atraso tecnológico dos países latino-americanos em relação ao mundo desenvolvido ainda maior do que aquele observado atualmente.

É preciso complementar que, ao mesmo tempo que investimentos em P&D na Colômbia, no Brasil e do Chile estagnaram, estes têm aumentado em diversas economias emergentes, a exemplo da Índia, Malásia e com destaque especial para China (WORLD BANK, 2018). Além disso, no mesmo período, diversos países, a exemplo da Coreia do Sul aumentaram investimento em P&D em de 2,24% do PIB para 4,23% do PIB. Assim, mudanças tecnológicas nos países latino-americanos (VIOTTI, 2002) podem deixar de acompanhar o ritmo não somente dos países desenvolvidos, mas dos países emergentes, em especial das economias do Sudeste Asiático, que buscam incessantemente por um desenvolvimento tecnológico maior (DODGSON, 2009). Nesse sentido, tanto para países latino-americanos quanto para o Brasil torna-se essencial reverter o quadro de investimentos, mesmo que seja apenas para acompanhar as mudanças tecnológicas atuais (VIOTTI, 2002).

Além disso, sugere-se que os cinco países analisados não estão conseguindo avançar na qualidade do ensino básico, o que pode afetar o desempenho dos alunos nas fases de formação universitária/técnica. Assim, o componente de capital humano (RULLAN et al., 2015) poderá deixar de proporcionar uma base adequada de conhecimentos e competências para o futuro desenvolvimento das economias emergentes da América Latina, prejudicando seu desenvolvimento econômico.

Conforme já ressaltado pelo Dodgson (2009), o incremento dos SNI só é possível mediante condições favoráveis para o desenvolvimento dos agentes, e neste sentido as dificuldades de aumentar a qualidade de educação básica pelos países latino-americanos pode implicar em dificuldades posteriores para os avanços nos SNI (FREEMAN, 2002; LUNDVALL, 2007). Neste sentido, aponta-se que, apesar do Brasil se destacar como país que mais investiu na educação entre as cinco economias analisadas, foi a que teve piores resultados na qualidade do ensino básico (64ª posição em P5). Assim, atenta-se para a importância de analisar a eficiência dos investimentos no setor, assim como a distribuição dos investimentos entre o ensino básico, o nível técnico e o superior.

Ainda assim, pode-se apontar a Colômbia como país que se destacou quanto aos avanços no SNI, pois foi a economia que apresentou o maior aumento nos indicadores. Da mesma forma, o país apresentou o maior crescimento tanto em número de pesquisadores envolvidos em P&D quanto em

número de publicações, apesar de ser o país que menos investiu no setor ao longo do período, atingindo a pontuação mais elevada do indicador em P5, de 167 pesquisadores para cada milhão de habitantes.

Entretanto, no quesito de pesquisadores a Colômbia ocupa posição inferior ao Brasil, que por sua vez destacou-se como país que mais investiu em P&D e também foi a 2-a economia que mais apresentou publicações em revistas científicas (225 por milhão), atrás apenas do Chile (277 por milhão) em P5.

Em linhas gerais, a exceção dos indicadores de investimento em educação, países da região demonstram indicadores consideravelmente inferiores aos demonstrados pelos países da OCDE e encontram-se distantes do almejado catch-up inovativo. Do mesmo modo, sugere-se que se as tipologias de classificação dos SNI tanto do Albuquerque (1996) do Naclério (2010) fossem aplicadas novamente a cada um dos países latino-americanos analisados, as economias de modo geral poderiam ser enquadradas nas mesmas categorias em que se encontravam na década de 1990, isto é “categoria III” e “países em desenvolvimento tipo II”, respectivamente.

## 6. CONCLUSÃO

Conforme o estudo realizado, observa-se que apesar das diferenças entre os principais países emergentes da América Latina quanto aos valores dos indicadores do SNI, as cinco economias apresentam semelhanças quanto a reduzido investimento em P&D. Também, a geração de patentes demonstrou ser consideravelmente inferior àquele dos países da OCDE, junto ao reduzido número de cientistas atuando em P&D, assim como sistema educacional que não oportuniza aos países ocuparem posições na primeira metade do ranking do PISA. De modo geral, os países apresentam uma evolução positiva nos indicadores analisados, porém, o mesmo é válido para os países da OCDE e países do Leste Europeu, diversos dos quais são integrantes da União Europeia 25 (UNIÃO EUROPEIA, 2018). Com isso, conclui-se que, apesar de considerados emergentes, as economias latino-americanas têm um longo caminho em direção aos SNI mais eficiente.

É importante ressaltar também que apesar das economias emergentes latino-americanas enfrentarem dificuldades para a promoção de inovação, estes estão avançando principalmente nos indicadores da ciência e tecnologia, a exemplo do número de pesquisadores por milhão de habitantes e número de publicações. Com isso, pode-se constatar que os países emergentes da América Latina estão experimentando avanços em determinados indicadores do SNI. Por conseguinte, se o comparado com o crescimento em valores percentuais absolutos dos mesmos indicadores nos países desenvolvidos e do Leste Europeu, os avanços das economias latino-americanas poderiam não se apresentar tão proeminente.

O estudo apresenta algumas limitações. Ao analisar investimento dos países em educação, analisou-se somente o indicador do investimento público, deixando de contemplar os investimentos privados nesta área. Aspectos relacionados à expansão do acesso ao ensino superior não foram contemplados neste artigo. Especificamente em relação ao Brasil é preciso levar em conta que a legislação atual não considera cultivares (POJO et al., 2013), isto é, desenvolvimento de novas

variedade de plantas e culturas como uma patente, o que contribui para a diminuição total do número de patentes contabilizadas.

Além disso, em função das atividades econômicas dos países da Argentina e do Brasil se destacarem principalmente pelo agronegócio ou então pela indústria de baixa intensidade tecnológica, indicadores tradicionais da inovação, a exemplo de investimento em P&D e número de patentes e investimento em P&D nem sempre poderão caracterizar adequadamente a inovação produtiva (REICHERT et al., 2016) e conseqüentemente o SNI dessas economias. Exemplo disso é a Itália, um país desenvolvido e uma das principais economias da União Europeia (UE), e que historicamente apresenta níveis de investimento em P&D abaixo de 1,35% do PIB (OCDE STATS, 2017).

Ainda dentro das limitações, adiciona-se que a comparação das economias da região foi conduzida com base em macro dados, deixando de abordar aspectos inovativos das firmas ali presentes. Visto a complexidade de analisar sistemas de inovação das nações, há necessidade de estudos mais aprofundados acerca de trajetória, evolução e resultados dos SNI dos países latino-americanos. Nos próximos estudos sugere-se investigar a estrutura institucional que suporta políticas de inovação dos países, além de enfatizar as transformações ocorridas dentro do sistema de educação superior e tecnológica. Outros indicadores e estatísticas devem ser incorporados aos estudos, de modo a conhecer diferentes aspectos da inovação e que sejam mais adequados para as economias com forte predominância de indústrias de baixa intensidade tecnológica ou agronegócio. Neste sentido, podem ser aprontados indicadores a exemplo indicadores relacionados à presença de startups e empresas de tecnologia, assim como aqueles baseados em pesquisas de inovação nacionais, a exemplo da PINTEC.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Immature systems of innovation: introductory notes about a comparison between South Africa, India, Mexico and Brazil based on science and technology statistics. In.: Conferência Internacional de Sistemas de Inovação e Estratégias de Desenvolvimento para o Terceiro Milênio. 2003.

ALBUQUERQUE, E. D. M. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Revista de Economia Política*, 16(3), 63, 1996.

CRESPI, G. et al. Long-term productivity effects of public support to innovation in Colombia. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 48-64, 2015.

DODGSON, M. Asia's national innovation systems: Institutional adaptability and rigidity in the face of global innovation challenges. *Asia Pacific Journal of Management*, 26(3), 589-609, 2009.

EDQUIST, C. *Systems of Innovation: Perspectives and Challenges*. Oxford Handbook of Innovation, 2007.

EDQUIST, Charles (Ed.). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Psychology Press, 1997.

ETZKOWITZ, H. *The triple helix: university-industry-government innovation in action*. Routledge. 2008.

EUROPEAN UNION. Disponível em: <[https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_en](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_en)>. Acesso em: 21 abril 2018.

FAGERBERG, J.; SAPPRASERT, K. National innovation systems: the emergence of a new approach. *Science and public policy*, 38(9), 669-679, 2011.

FREEMAN, C. Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth. *Research policy*, 31(2), 191-211, 2002.

FREEMAN, C. *Technology policy and economic performance*. Great Britain: Pinter Publishers. 1989.

GOLDMAN, M. *Technology Institutions: When Are They Useful? Lessons from Europe*. 1994.

KRAVTSOVA, V.; RADOSEVIC, S. Are systems of innovation in Eastern Europe efficient? *Economic Systems*, 36(1), 109-126, 2012.

LUNDEVALL, B. A. *National innovation system: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London, 1992.

LUNDEVALL, B. Å. National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1), 95-119, 2007.

LUNDEVALL, B. Å.; FREEMAN, C. *Small countries facing the technological revolution*. Frances Pinter Publishers Ltd, 1988.

MALAVIER, F. R.; PÉREZ, M. The relationship between policy, and advances in science, technology and innovation in Colombia: 1990-2005. *Cuadernos de Administración*, 18(30), 39-78, 2005.

NACLERIO, A. Innovation system and developing countries: the Argentine's failure. *International Journal of Technology and Globalisation*, 5(1-2), 132-160, 2010.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/>>. Acesso em: 10 jul 2018.

NELSON, R. *National innovation systems: A comparative analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R. National innovation systems: a retrospective on a study. *Industrial and corporate change*, 1(2), 347-374, 1992.

OCDE Stats. Disponível em : <<http://stats.OCDE.org/>>. Acesso em 10 jul 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/>>. Acesso em: 11 jul 2019.

PATEL, P.; PAVITT, K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of innovation and new technology*, 3(1), 77-95, 1994.

POJO, S. D. R. et al. *Management of Intellectual Property in Brazilian Universities: A Multiple Case Study*. International Association for Management of Technology - IAMOT, 2013.

PUFFAL, D. *Effects of University-Industry Interaction on Firm's Innovation: Empirical Evidence from Brazilian Firms*. *Revista ibero-americana de estratégia*, 2015.

REICHERT, F. M.; ZAWISLAK, P. A.; ARUNDEL, A. Exploring innovation success recipes in low-technology firms using fuzzy-set QCA. *Journal of Business Research*, 69(11), 5437-5441, 2016.

RULLAN, S.; CASANOVA, L. A review of the Mexican national innovation system. *International journal of business and economic sciences applied research*. 2016.

RULLAN, S.; COLL, J. M.; CASANOVA, L.; BACARIA, J. A Comparative Analysis of the Innovation Systems of Brazil, Korea and Mexico. Cornell university, emerging market institute. 2015.

SMITH, K. Measuring Innovation. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D.; NELSON, R. The Oxford Handbook of Innovation. New York: Oxford, 2005.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. D. M.; CARIO, S. A. F. (Eds.). Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil. Autêntica, 2011.

TEIXEIRA, A. A. Evolution, roots and influence of the literature on National Systems of Innovation: a bibliometric account. Cambridge Journal of Economics, 38(1), 181-214, 2013.

WORLD BANK DATA. Disponível em : <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em 10 jul 2018.

WORLD INTERNATIONAL PATENT ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.wipo.int/ipstats/en/>>. Acesso em 10 jul 2018.

ZOLTAN, A. J.; AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E. E.; LICHT, G. National systems of innovation. The journal of Technology Transfer, v. 42(5), 997-1008.