

DOSSIÊ TECNOLOGIA

INOVAÇÃO EM MINAS GERAIS

Márcia Siqueira Rapini¹

Leandro Alves Silva²

Sara Gonçalves Antunes de Souza³

Resumo: A interação entre ciência e tecnologia afeta o processo de desenvolvimento de uma nação, como mostram vários trabalhos sobre os sistemas de inovação. Bernardes & Albuquerque (2003) classificam os sistemas de inovação com base em três regimes. O sistema brasileiro está no segundo regime, classificado como imaturo, pois apesar de apresentar produção científica e essa gerar alguma produção tecnológica, não consegue retroalimentar tal processo. O Sistema Estadual de Inovação de Minas Gerais também enfrenta esses desafios. Assim, procurou-se destacar, nesse trabalho, dados sobre a inovação e a ciência em Minas Gerais a partir de informações extraídas dos 6 levantamentos da PINTEC para Minas Gerais e o Brasil, bem como de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Foram identificados avanços em relação à inovação e a ciência no Estado de Minas Gerais. Notou-se também o foco das empresas em inovação de processos e a escassez de fontes de financiamento, como um dos principais obstáculos à inovação. Sobre os grupos de pesquisa, houve registro de mais relações de interação, reflexo das mudanças recentes na legislação brasileira sobre inovação. O artigo está organizado em três seções, além da Introdução e das Considerações Finais.

Palavras-chave: Inovação, Minas Gerais, CNPq, PINTEC

¹ Professora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

² Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

³ Professora da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)

Abstract: The interaction between science and technology affects the development process of a nation, as several innovation systems' studies has shown. Bernardes & Albuquerque (2003) classified the innovations systems on three regimes. The Brazilian system is classified as immature, because even if it is capable of presenting scientific production and it became technological production, it cannot feedback that process. The Minas Gerais State Innovation System also faces those challenges. Therefore, this paper seeks to emphasize innovation's and science's data in Minas Gerais, extracted from the six PINTEC's surveys for Minas Gerais and for Brazil, as well as data from the CNPq Research Groups Directory. Advances were identified related to innovation and science in the State of Minas Gerais. Furthermore, it has noted that the firms are more focus in innovation of process instead of designing new products. That situation, added to the shortage of financial's sources are the most relevant barriers to the innovation process. In addition, there were more registers of interaction relationships associated with the research groups, reflection of recent changes in Brazilian law about innovation. This paper is organized in three sections, besides the introduction and the final considerations.

Keywords: Innovation, Minas Gerais, CNPq, PINTEC.

Resumen: La interacción entre ciencia y tecnología afecta el proceso de desarrollo de una nación, como lo muestran varios trabajos sobre sistemas de innovación. Bernardes y Albuquerque (2003) clasifican los sistemas de innovación basados en tres regímenes. El sistema brasileño se encuentra en el segundo régimen, clasificado como inmaduro, porque aunque presenta producción científica y esto genera cierta producción tecnológica, no puede retroalimentar este proceso. El Sistema de Innovación del Estado de Minas Gerais también enfrenta estos desafíos. Por lo tanto, buscamos resaltar, en este trabajo, datos sobre innovación y ciencia en Minas Gerais a partir de información extraída de las 6 encuestas PINTEC para Minas Gerais y Brasil, así como datos del Directorio de Grupos de Investigación del CNPq. Se identificaron avances en innovación y ciencia en el estado de Minas Gerais. También se señaló el enfoque de las empresas en la innovación de procesos y la escasez de fuentes de financiación, como uno de los principales obstáculos para la innovación. Con respecto a los grupos de investigación, hubo un registro de más relaciones de interacción, lo que refleja los cambios recientes en la legislación brasileña sobre innovación. El documento está organizado en tres secciones, además de la Introducción y las consideraciones finales.

Palabras clave: Innovación, Minas Gerais, CNPq, PINTEC

Introdução

A interação entre ciência e tecnologia pode ser levada em consideração para o estudo do processo de desenvolvimento, já que os níveis de produção científica e tecnológica estão correlacionados com os níveis de renda. Estudos sobre sistemas de inovação reforçam a necessidade de se aprofundar o entendimento da relação entre ciência e tecnologia, associada ao desenvolvimento dos países. Autores como Nelson(1993), Nelson & Rosenberg(1993), Edquist (2005), Johnson & Lundvall (2005), entre outros, têm se debruçado sobre esse tema. Bernardes & Albuquerque (2003), destacam a classificação dos sistemas de inovação com base em três regimes. No caso do Brasil, o regime refere-se a um modelo intermediário, no qual o sistema é imaturo, pois apesar de apresentar produção científica e essa gerar alguma produção tecnológica, não consegue retroalimentar tal processo. Da mesma forma, o Sistema Estadual de Inovação de Minas Gerais reflete essa ‘imaturidade’, também enfrentando os desafios de empresas pouco inovativas, concentração de doutores na academia e institutos de pesquisa, papel dual das universidades, entre outras questões.

O artigo traz uma análise da inovação e da ciência em Minas Gerais a partir de informações extraídas dos 6 levantamentos da PINTEC para Minas Gerais e o Brasil. Procurou-se caracterizar o esforço inovativo das empresas industriais, o apoio do governo e obstáculos ao processo de inovação em Minas Gerais. Quando possível serão apresentadas comparações com pesquisa similar realizada na Europa, o CIS - *Community Innovation Survey*⁴, disponibilizadas na Plataforma Eurostat. Com relação a parte de ciência, são utilizados dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

Observou-se que o Estado de Minas Gerais registra avanços em relação à inovação e a ciência. Contudo, replica alguns aspectos encontrados também no sistema nacional brasileiro. Os empresários têm atuando de forma conservadora, mais voltados às inovações de processos, mas parte considerável do financiamento das atividades inovativas, incluindo o P&D, é realizada com recursos da própria empresa. Dentre os principais

⁴ O CIS também segue as diretrizes do Manual de Oslo o que permite a comparação das informações.

obstáculos ao processo de inovação estão a escassez de fontes de financiamento, bem como, os riscos econômicos e os custos da inovação. Sobre os grupos de pesquisa, houve registro de mais relações de interação. Pode-se inferir que tenha relação com as mudanças recentes na legislação brasileira sobre inovação. O artigo está organizado em três seções, além dessa Introdução e das Considerações Finais. A primeira seção refere-se à relação da C&T e seu impacto nas inovações e no desenvolvimento das nações; segue-se a apresentação de dados baseados na PINTEC destacando o esforço das empresas para inovar, os impactos dessa inovação e os obstáculos ao processo inovativo; a terceira seção traz os dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq (DGP- CNPq).

1 Ciência & tecnologia: inovação e desenvolvimento das nações

A relação entre inovação e desenvolvimento econômico tem sido enfatizada na abordagem neoschumpeteriana, com destaque para estudos sobre diferentes países e seus Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)⁵. Tais sistemas são arranjos institucionais (com conjunto de firmas, universidades, institutos de pesquisa, instituições financeiras, jurídicas, etc) que desenvolvem e difundem as inovações tecnológicas de um país. Segundo SZAPIRO, MATTOS & CASSIOLATO (2017:398),

O referencial de Sistemas de Inovação também tem-se revelado útil para se discutir meios para enfrentarem os desafios do desenvolvimento, tais como sustentabilidade ambiental, desenvolvimento social, educação, habitação, saúde e infraestrutura...

No livro organizado por Nelson (1993), por exemplo, há alguns exemplos de SNI, apontando as várias trajetórias que tais nações enfrentaram para desenvolver seus processos de *catching-up*. Esse processo refere-se à transição de um patamar de desenvolvimento de um SNI para outro acima

⁵ Arranjo institucional (que reúne conjunto de firmas, universidades, institutos de pesquisa, instituições financeiras, jurídicas etc) que desenvolve e difunde as inovações tecnológicas de um país.

do seu. Para tanto, exige um esforço dentro da produção de ciência e tecnologia, bem como uma série de ações econômicas e sociais.

Dentre tantos desafios, fica claro que as conexões entre ciência e tecnologia são fundamentais para o desenvolvimento das nações. Segundo Nelson & Rosenberg (1993), a interação entre ciência e tecnologia acontece em ambas às direções, ou seja, tanto a ciência ‘lidera’, quanto ‘segue’ o progresso tecnológico. Como apresentado por Bernardes & Albuquerque (2003), os SNI podem ser classificados em três tipos de regimes⁶: ‘atrasado’, ‘imaturo/periférico’ ou ‘maduro’ e o que define esses regimes é a interação entre ciência e tecnologia, o grau de conexão que possa retroalimentar a produção tecnológica e a produção científica em um país, associados ao nível de renda. Eles analisaram a produção de artigos, de patentes e PIB. Segundo esses autores, há um limiar na produção científica (150 artigos científicos por milhão de habitantes, para 1998) além do qual a eficiência no uso da produção científica pelo setor tecnológico aumenta. Concluem que existe uma dinâmica intertemporal desse limiar à medida que muda no tempo (comparando dados de 1974, 1982, 1990 e 1998) e seu valor parece dobrar de um período para outro. Em síntese, há uma alta correlação entre renda per capita e indicadores de produção científica e tecnológica.

Segundo Ribeiro, Bernardes & Albuquerque (2006), além de esse limiar subir, ou seja, cada vez, torna-se mais complexo conseguir promover o processo de *catching-up*, há ainda o chamado ‘efeito rainha vermelha’. Trata-se de um esforço que algumas nações fazem para manter-se no mesmo patamar. Esse é o caso do Brasil, que tem produzido mais ciência e tecnologia (nos anos analisados por esses autores), porém permanece no mesmo regime, ou seja, o segundo. Nesse regime, o país consegue ter uma produção científica e alguma produção tecnológica, mas não há ponto de acontecer um processo de retroalimentação. Assim, o fato de o Brasil permanecer como sistema ‘imaturo’, mesmo como o aumento de seu esforço

⁶ **Regime I** infraestrutura científica é ainda muito incipiente, não sendo capaz de gerar uma produção tecnológica mínima, como por exemplo, ocorre na maioria dos países da África; **Regime II** ‘imaturo’, é o caso do Brasil, como explicado no texto; e **Regime III** cujas interações entre a dimensão científica, tecnológica e o crescimento econômico são mais consistentes e interagem intensamente, caso dos países desenvolvidos.

científico e tecnológico, tem apenas evitado que piore sua situação perante as outras nações. Quando o ideal seria ‘saltar’ para outro patamar, ou seja, promover o processo de *catching-up* para que o SNI brasileiro alcançasse o regime III, ‘maduro’.

A contribuição dessa metodologia de classificação dos sistemas é importante para o estudo do tema ‘desenvolvimento’ das nações. Especialmente, no caso dos países que ainda não alcançaram o *catching-up*. Nesse sentido, entender a realidade que permeia as instituições envolvidas nesses arranjos periféricos e atrasados traz luz aos aspectos que devem ser estimulados e que, inclusive, podem ser direcionamentos para as políticas públicas. Arocena & Sutz (2005 e 2004), destacam as diferenças desses atores nos sistemas e as políticas dos países situados na América Latina comparados aos países desenvolvidos, com sistemas de inovação maduros. Nesses países, de acordo com os autores, as universidades são altamente conectadas com as empresas, produzindo conhecimento de alta complexidade, enquanto nos países da América Latina, as universidades estão isoladas, sem conexão com as empresas, e quando procuradas por essas, são para ações de consultorias, sem relação com desenvolvimento de conhecimento.

Sobre o caso do Brasil, estudos como Albuquerque et al.(2005), Póvoa (2008), Rapini et al.(2009), Ribeiro et al.(2009), Suzigan et al.(2011), Souza(2014), entre outros apresentam questões que o Brasil enfrenta diante dessa realidade de sistema imaturo, especialmente, na relação universidade-empresa. Nesse sentido, os trabalhos apontam para a fraca relação de interação entre esses atores, que impacta diretamente no SNI brasileiro. Por mais que as universidades possam ser vistas como um *locus* de saberes e conhecimento, elas acabaram acumulando mais funções para além de pesquisa, ensino e extensão, principalmente, por nossas empresas serem pouco inovativas. A partir da Lei de Inovação Tecnológica de 2004⁷, as universidades passaram também a ter papel mais contundente em relação à patenteamento. Assim, figuram entre as principais instituições que mais patenteiam no Brasil. Já nos países de SNI maduro, esses estudos

⁷ LEI Nº 10.973, de 2 de Dezembro de 2004.

destacam que as patentes, em geral, estão concentradas nas empresas. Mesmo que as universidades apareçam nesses rankings de patentes, não estão entre as primeiras colocadas, como no caso brasileiro. Refletindo uma distorção do papel das universidades e do baixo desempenho em relação à inovação por parte das empresas. Destaca-se também a concentração de mão de obra qualificada no meio acadêmico, ou seja, poucos doutores são absorvidos pelas empresas.

O sistema estadual de inovação de Minas Gerais reflete as questões e dificuldades identificadas no âmbito do sistema nacional de Inovação. Como Rapini et al.(2009) reforçam, em Minas Gerais há expressiva atuação das universidades e também destacam seu papel dual, contribuindo para formar recursos humanos e para a capacidade de absorção de tecnologia, ao dar suporte para empresas, mesmo as que atuam em setores menos intensivos em tecnologia. Na seção seguinte são abordadas informações sobre inovação em Minas Gerais a partir de dados da Pesquisa de Inovação do IBGE (PINTEC)

2 Inovação em Minas Gerais: evidências da PINTEC/IBGE

A Pesquisa de Inovação (PINTEC), realizada pelo IBGE, reúne informações sobre as atividades inovativas realizadas pelas empresas industriais brasileiras. A pesquisa foi construída a partir da concepção da inovação como um processo interativo, abrangendo a interdependência entre os diversos atores, e o ambiente institucional e econômico no qual estão inseridos. A definição de empresa inovadora é bastante ampla, considerando tanto a empresa que desenvolveu sua inovação como a que adotou uma inovação gerada por outra empresa. Após este passo a empresa inovadora responde um conjunto de perguntas que visam inferir os esforços, os fatores que influenciam bem como os impactos da inovação.

No seu conjunto a PINTEC apresenta informações sobre atividades inovativas realizadas pelas empresas abrangendo: (a) dispêndios com as atividades inovativas; (b) fontes de financiamento dos gastos; (c) impacto das inovações no desempenho das empresas; (d) fontes de informação utilizadas; (e) arranjos cooperativos estabelecidos; (f) papel dos incentivos governamentais; (g) obstáculos às atividades de inovação. As informações

são disponibilizadas para o Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, permitindo, portanto, analisar a atividade inovativa em Minas Gerais.

Até o momento o IBGE já realizou seis levantamentos, sendo referentes aos períodos de 1998-2000 (PINTEC 2000); 2001-2003 (PINTEC 2003), 2003-2005 (PINTEC 2005), 2006-2008 (PINTEC 2008), 2009-2011 (PINTEC 2011) e 2012-2014 (PINTEC 2014). As seis pesquisas permitem, pois, caracterizar a dinâmica inovativa em mais de uma década.

Nas próximas seções apresentam informações extraídas dos 6 levantamentos da PINTEC para Minas Gerais e o Brasil, sendo estas últimas com o objetivo de fornecer um horizonte para comparação. Serão apresentadas informações que caracterizam o esforço inovativo das empresas industriais, o apoio do governo e obstáculos ao processo de inovação. Quando possível serão apresentadas comparações com pesquisa similar realizada na Europa, o CIS - *Community Innovation Survey*⁸, disponibilizadas na Plataforma Eurostat.

2.1 Esforço empreendido para inovar

A tabela 1 apresenta o desempenho inovador das empresas industriais mineiras entre 2000-2014, bem como a média brasileira a título de comparação. As empresas inovadoras industriais mineiras que representavam pouco mais de 1/ 3 do total das empresas investigadas até 2005, já representam 40% do total nas pesquisas de 2008 e 2011, apresentando crescimento superior à média brasileira, cuja taxa de inovação em 2011 foi cerca de 36%. Já em 2012-2014 as taxas de inovação brasileira e mineira se reduzem, sendo a queda em Minas Gerais (5%) mais acentuada que a brasileira (0,5%). O número de empresas inovadoras mineiras mais que dobrou no período passando de 2.303 em 2000 para 5.841 em 2011, mas reduzindo-se para 5.001 em 2014. Por sua vez, no Brasil as empresas industriais inovadoras apresentaram crescimento em todo o período. É importante destacar que a participação das empresas mineiras no conjunto

⁸ O CIS também segue as diretrizes do Manual de Oslo o que permite a comparação das informações.

das empresas brasileiras inovadoras aumentou no período analisado: era 10,4% em 2001 passando para 14,2% em 2011, e caiu para 11,6% em 2014. Mesmo com a queda da última pesquisa esta participação é superior à participação do estado no PIB nacional (8,7% em 2015).

Conforme pode ser visualizado na tabela 1 as inovações de processo foram mais frequentes que as inovações de produto tanto para o Brasil como Minas Gerais, sendo o desempenho mineiro próximo ao brasileiro nas duas modalidades ao longo do período analisado. A taxa de inovação de processo manteve-se acima de 80% nas empresas mineiras e brasileiras, a taxa de inovação de produto apresentou trajetória não uniforme, variando de 65%-45%. As empresas mineiras na média, apresentaram desempenho inferior ao brasileiro na inovação de produtos, ainda que esta diferença seja pouco significativa variando entre 1,5-5,0 % nas pesquisas. A inovação de processo no geral decorre da busca da competitividade através do aumento da produtividade, refletindo comportamento defensivo por parte das empresas (TIRONI, 2005). Por sua vez, a inovação de produto reflete comportamento ofensivo da empresa, na busca de diferenciação e da criação de novos mercados. A inovação de processo lida apenas como a incerteza técnica ao passo que a inovação de produto abarca as incertezas técnica e comercial. Logo, não é surpresa o melhor desempenho das empresas mineiras e brasileiras na inovação em processo do que em produto.

Tabela 1: Desempenho inovador das empresas industriais, Brasil e Minas Gerais, 2000 a 2014.

Ano	Região	Empresas		Taxa de inovação (%)				
		Total	Inovadoras	Geral	Produto	Produto novo mercado nacional	Processo	Processo novo mercado nacional
2000	Brasil	70.277	22.401	31,9	55,7	13,1	80,0	8,1
	Minas Gerais	8.272	2.303	27,8	53,7	10,4	84,4	8,2
2003	Brasil	82.374	27.621	33,5	61,2	8,2	80,8	3,6
	Minas Gerais	10.028	3.503	34,9	64,2	4,9	82,1	1,5
2005	Brasil	89.205	29.951	33,6	58,5	9,7	80,7	5,0
	Minas Gerais	10.861	3.203	29,5	53,5	5,2	80,6	3,7

Fonte: Fonte: PINTEC/IBGE, elaboração própria.

Continuação

Ano	Região	Empresas		Taxa de inovação (%)				
		Total	Inovadoras	Geral	Produto	Produto novo mercado nacional	Processo	Processo novo mercado nacional
2008	Brasil	106.862	38.362	38,1	60,6	10,9	84,0	6,4
	Minas Gerais	13.154	5.462	41,5	59,1	11,2	88,3	7,1
2011	Brasil	114.212	41.012	35,9	48,5	10,3	89,1	5,9
	Minas Gerais	14.433	5.841	40,5	45,2	9,9	89,4	1,6
2014	Brasil	117976	42.987	36,4	50,1	10,3	89,6	7,0
	Minas Gerais	14.085	5.001	35,5	48,7	9,2	89,4	7,8

Outra informação apresentada na tabela 1 é o grau de novidade da inovação: novo somente para a empresa ou também para o mercado. A coluna taxa de inovação de produto e de processo contemplam as inovações para a empresa que já existem no mercado, ao passo que as outras colunas contemplam produto e processo novos “para o mercado nacional”. A inovação para a empresa tem um caráter de difusão para dentro da empresa de uma inovação produzida por outrem (TIRONI, 2005: 48), podendo-se inferir que a inovação “para o mercado” seja mais intensiva e demande mais esforço em P&D. As informações da tabela 1 revelam que tanto as empresas mineiras como as brasileiras inovam pouco criando produtos e processos que são novos para o mercado, o que indica que lidam com níveis baixos e muitos baixos de incerteza (Cavalcante et. al. 2017). Mesmo assim cabe ressaltar que o desempenho mineiro é superior ao brasileiro em termos da geração de novos produtos chegando a ser superior também em alguns anos para a geração de novos processos.

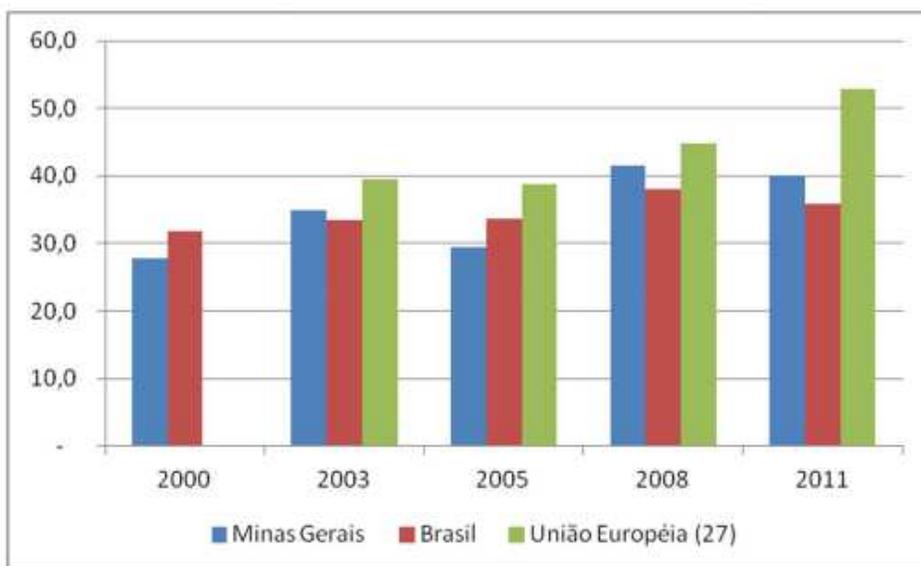
A título de comparação o gráfico 1 apresenta a evolução da taxa de inovação de Minas Gerais e do Brasil e de 27 países da União Europeia para o período que foi possível certa comparabilidade⁹. O crescimento da taxa de inovação das empresas mineiras apresentou aumento de 12,3 pontos até

⁹ Cabe ressaltar que o período da CIS não coincide exatamente com o da PINTEC sendo 2010-2008; 2008-2006; 2006-2004 e 2004-2002.

2011, valor 3 vezes maior que o aumento da taxa brasileira, que foi de somente 4,0 pontos. Em 2012-2014 a taxa de inovação mineira reduziu em 5,0% o passo que a brasileira contraiu 0,5%. A contração em Minas Gerais foi muito mais significativa do que no Brasil.

Por sua vez, na Europa a taxa de inovação apresentou aumento de 13,4 entre 2004 e 2010 (de 39,5% para 52,9%). O gráfico 1 indica que ainda que os esforços brasileiro e mineiro estejam atrás dos europeus, as empresas mineiras estavam caminhando a “passos mais rápidos”. Mas este esforço foi fortemente interrompido no período de 2012-2014.

Gráfico 1: Taxa de inovação em Minas Gerais, Brasil e União Europeia, 2000-2011



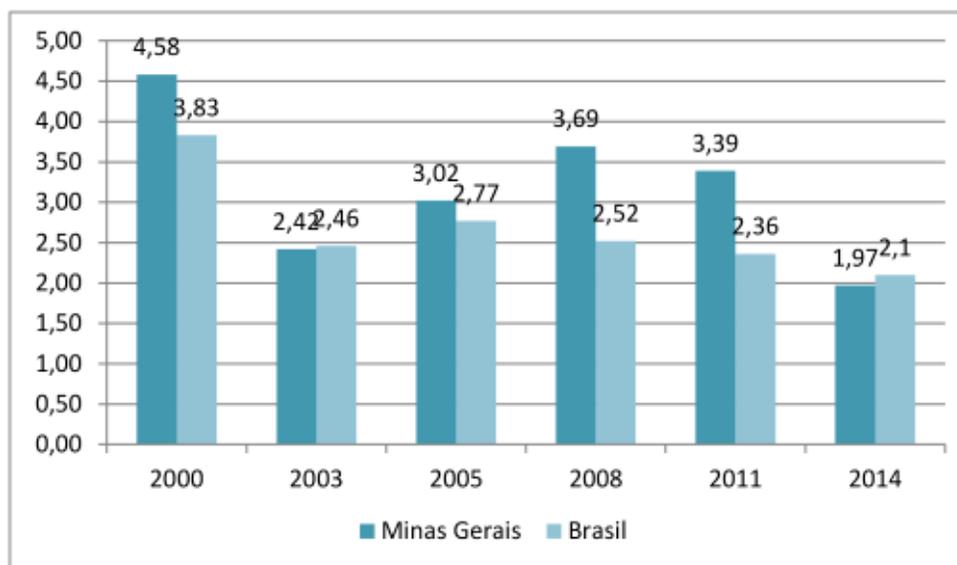
Fonte: PINTEC/IBGE e Eurostat. Elaboração própria.

O desempenho das empresas inovadoras decorre em muito do esforço empreendido pelas mesmas. O gráfico 2 e a tabela 2 apresentam informações que permitem analisar este esforço em termos de volume de insumos e de recursos mobilizados para as atividades inovativas. O gráfico 2 apresenta um indicador de intensidade do esforço inovativo que é a razão total dos dispêndios nas atividades inovativas¹⁰ dividido pela receita líquida de vendas.

¹⁰ Todas as informações de dispêndios referem-se ao último ano da pesquisa, ou seja: 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011.

O indicador para Minas Gerais apresentou uma trajetória irregular no período, sendo de decréscimo entre 2000 e 2003, voltando a crescer até 2011, atingindo 3,39% da receita líquida de vendas neste ano. No período 2012-2014 este indicador reduz de forma expressiva para Minas Gerais, chegando a 1,9, mas também para o Brasil, se reduz a 2,1. Cabe ressaltar, que com exceção para 2003 e 2014, para os demais anos o esforço mineiro foi sempre bem superior à média brasileira, indicando que as empresas mineiras despenderam mais, relativamente, em atividades inovativas.

Gráfico 2: Dispêndios em atividades inovativas/ receita líquida de vendas, Brasil e Minas Gerais, 2000-2014.



Fonte: PINTEC/IBGE, Elaboração própria.

Mas é importante qualificar o dispêndio realizado pelas empresas nas atividades inovativas. Neste sentido as atividades inovativas podem ser reunidas em 3 agrupamentos: a) realização de atividades internas de P&D; b) a aquisição, reunindo aquisição externa de P&D; de outros conhecimentos externos; de máquinas e equipamentos, de software, de treinamento; c) outras que abrangem atividades relacionadas à introdução da inovação no mercado e a realização de projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição.

As atividades internas de P&D tradicionalmente são consideradas atividades “mais nobres” do processo de inovação, uma vez que “compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimento e o uso de novas aplicações” (IBGE, 2013). Desta forma é relevante analisar o quanto as empresas têm despendido na realização destas atividades. Conforme pode ser visualizado na tabela 2 tanto no Brasil quanto em Minas Gerais, as empresas vêm aumentando o percentual de dispêndios em atividades internas de P&D. No Brasil este percentual quase dobrou na década passando de 16,8% para cerca de 30%. O crescimento do esforço em atividades P&D foi ainda maior nas empresas mineiras cujo crescimento foi 17,9 pontos, passando de 8,4% para 26,3%.

Tabela 2: Esforço inovador - Dispêndios em cada atividade inovativa sobre o total dos dispêndios em inovação, Brasil e Minas Gerais, 2000 a 2011.

Atividades		2000	2003	2005	2008	2011	2014
P&D interno	Brasil	16,8	22,0	20,9	24,5	29,8	31,5
	Minas Gerais	8,4	7,5	14,8	20,8	20,6	26,3
P&D Externo	Brasil	2,8	2,9	2,8	4,0	4,4	8,0
	Minas Gerais	0,4	1,02	3,82	3,87	1,62	3,9
Outros conhecimentos externos	Brasil	5,2	3,4	4,7	2,7	2,8	4,2
	Minas Gerais	6,4	3,16	3,97	4,02	4,36	1,4
Máquinas e equipamentos	Brasil	52,2	49,7	48,4	49,2	46,9	40,2
	Minas Gerais	56,4	66,38	52,98	50,62	51,30	50,1
Software	Brasil	-	-	2,0	2,6	2,6	2,2
	Minas Gerais	--	--	1,38	2,02%	1,92	2,0
Treinamento	Brasil	1,9	2,0	1,8	2,1	1,2	1,0
	Minas Gerais	1,2	1,41	1,70	2,35	1,32	0,9
Introdução da inovação no mercado	Brasil	6,4	5,9	6,8	5,7	4,7	5,8
	Minas Gerais	9,4	1,4	3,8	2,4	3,4	2,1
Projetos industriais	Brasil	14,8	14,3	12,9	9,1	7,7	7,1
	Minas Gerais	17,7	11,6	17,5	13,9	15,5	13,1

Fonte: PINTEC/IBGE, Elaboração própria.

Além do P&D interno, o dispêndio das empresas brasileiras está concentrado em mais 3 atividades: aquisição de máquinas e equipamentos, realização de projetos industriais e introdução da inovação no mercado. Para as empresas mineiras, outra atividade relevante tem sido a aquisição de outros conhecimentos externos, ainda que sua participação no total tenha se reduzido no período 2012-2014, mas que foi seguida de aumento da aquisição de P&D externo em relação ao período anterior – passou de 1,6% do total para 3,9%.

A qualificação dos dispêndios das atividades inovativas ajuda a explicar a preponderância da inovação de processo sobre a de produto, ilustrada na tabela 1. Ainda que o percentual de gastos na aquisição de máquinas e equipamentos venha diminuindo ao longo das pesquisas, sua relevância ainda é expressiva, respondendo por cerca de 40% do total dos no período 2012-2014 no Brasil e por 50% dos gastos em Minas Gerais. O elevado dispêndio na aquisição de máquinas e equipamentos por si só não é um problema, mas sim porque o mesmo não é seguido de dispêndios equivalentes em treinamento, o que sugere para estratégias voltadas à modernização produtiva nem sempre vinculadas à geração interna de conhecimento e aprendizado. Em alguns países da União Europeia ocorre o inverso, o maior percentual de gastos é nas atividades internas de P&D, sendo que a aquisição de máquinas e equipamentos abrange entre 20-30% do total¹¹.

2.2 Impactos da Inovação

A tabela 3 apresenta o impacto da inovação das empresas brasileiras e mineiras ao longo de todas as pesquisas. Os impactos estão relacionados a aspectos de mercado, de produção e de adequação a normas e regulamentações. Tanto para as empresas mineiras quanto para as brasileiras os esforços de inovação estiveram impulsionados na sua maioria por questões referentes ao mercado, seja sua ampliação, manutenção da participação ou para a abertura de novos mercados. No geral, mais empresas inovaram para manter sua participação de mercado, sendo a abertura de

¹¹ Os dispêndios foram, respectivamente, na Dinamarca 62,9% e 5,5%; França 59,0% e 20,8%; Irlanda 49,2% e 23,7%; Espanha 44,0% e 29,8%.

novos mercados um impacto menos relevante, o que sinaliza também para esforços mais incrementais do que disruptivos.

Tabela 3: Impactos da Inovação, Minas Gerais e Brasil. 2000-2014

Impacto da Inovação		2000	2003	2005	2008	2011	2014
Melhoria da qualidade dos produtos	Brasil	56,3%	47,3%	50,4%	54,6%	61,2%	51,7%
	MG	58,1%	44,5%	48,9%	52,2%	59,1%	66,0%
Ampliação da gama de produtos ofertados	Brasil	26,6%	19,9%	25,0%	37,7%	40,6%	23,0%
	MG	24,4%	16,9%	23,4%	36,7%	43,8%	23,5%
Manutenção da participação da empresa no mercado	Brasil	49,0%	40,0%	43,7%	48,6%	53,1%	44,1%
	MG	47,2%	36,6%	40,9%	42,8%	48,3%	51,4%
Ampliação da participação da empresa no mercado	Brasil	36,9%	28,3%	34,1%	39,9%	43,9%	33,9%
	MG	37,8%	24,0%	33,3%	41,9%	46,9%	36,9%
Abertura de novos mercados	Brasil	22,6%	9,2%	16,3%	35,7%	37,3%	20,6%
	MG	25,1%	7,0%	15,7%	34,9%	38,6%	20,7%
Aumento da capacidade produtiva	Brasil	42,7%	35,0%	39,8%	42,4%	51,9%	45,7%
	MG	45,7%	29,1%	41,7%	43,5%	55,1%	54,0%
Aumento da flexibilidade da produção	Brasil	35,2%	26,3%	27,6%	37,1%	41,0%	38,0%
	MG	38,3%	23,7%	32,6%	39,2%	44,7%	42,6%
Redução dos custos de produção	Brasil		13,8%	17,6%	23,1%	25,7%	26,6%
	MG		10,1%	23,7%	22,1%	23,8%	37,0%
Redução dos custos do trabalho	Brasil	22,9%	12,3%	17,2%	22,3%	23,0%	25,0%
	MG	32,1%	10,4%	22,0%	24,3%	23,4%	28,9%
Redução do consumo de matéria-prima	Brasil	8,0%	4,9%	8,3%	11,7%	13,7%	12,7%
	MG	6,1%	4,9%	8,0%	13,5%	12,4%	14,7%
Redução do consumo de energia	Brasil	8,5%	4,3%	5,3%	10,5%	10,5%	9,2%
	MG	12,4%	4,4%	6,3%	7,8%	9,0%	9,4%
Redução do consumo de água	Brasil		2,0%	2,9%	5,0%	5,8%	7,6%
	MG		3,9%	2,1%	3,1%	5,8%	8,3%
Redução do impacto ambiental e/ou em aspectos ligados à saúde e segurança	Brasil	24,1%	22,7%	20,8%	36,0%	41,0%	41,4%
	MG	23,9%	24,8%	13,4%	36,8%	42,1%	49,4%
Enquadramento em regulações e normas padrão	Brasil	25,3%	19,6%	21,9%	25,4%	25,8%	28,6%
	MG	19,8%	16,9%	16,8%	22,4%	24,2%	33,8%

Fonte: PINTEC (IBGE), elaboração própria.

Cabe destaca a importância das inovações para a melhora da qualidade dos produtos, impacto para 66,0% das empresas mineiras e 51,7% das empresas brasileiras no triênio 2012-2014. Destaca-se também o aumento do impacto relacionado a aspectos produtivos - aumento da capacidade produtiva e aumento da flexibilidade da produção, evidenciando a relevância das inovações de processo para as empresas mineiras e brasileiras.

Observa-se também aumento de inovações relacionadas à redução do impacto ambiental e ou em aspectos relacionados à segurança e saúde. Este impacto respondia representava 23% do total em 1998-2000 das empresas passando para quase 50% em 2012-2014.

2.3 Obstáculos ao processo inovativo

A tabela 4 sintetiza os motivos atribuídos pelas empresas industriais mineiras que não inovaram nos 5 períodos analisados. Dentre os motivos atribuídos pelas empresas que desestimularam a inovação o principal foi às condições do mercado, que contemplam deficiências de demanda e/ ou da estrutura de oferta¹². A relevância deste motivo, inclusive, apresentou redução ao longo das pesquisas: era 79,8% em 1998-2000 passando para 64,9% em 2012-2014. O desestímulo para inovar decorrente de inovações prévias oscilou muito durante o período, chegando em 15,7% em 2012-2014.

Tabela 4: Motivos para não inovar das empresas industriais mineiras. 2000 a 2014.

Motivos para não inovar	2000	2003	2005	2008	2011	2014
Por causa de condições de mercado	3160 (79,8%)	3 970 (63,6%)	5 031 (68,1%)	3 744 (52,6%)	5 173 (63,3)	5.661 (64,9%)
Por causa de inovações prévias	796 (20,1%)	483 (7,8%)	770 (10,4%)	1 231 (17,3)	767 (9,4%)	1.371 (15,7%)
Por causa de outros fatores impeditivos	1805 (45,6%)	1 786 (28,6%)	1 590 (21,5%)	2 144 (30,1%)	2 242 (27,4%)	1.682 (19,3%)
Total	3956 (100,0%)	6 238 (100,0%)	7 391 (100,0%)	7 120 (100,0%)	8 182 (100,0%)	8.714 (100,0%)

Fonte: PINTEC/IBGE, Elaboração própria.

¹² Deficiência de demanda (agregada e/ou setorial) e estrutura de oferta (concorrencial ou capacidade instalada) (IBGE, 2004).

O último motivo, “outros fatores”, abrangem fatores de natureza econômica, problemas internos à empresa, deficiências técnicas, problemas de informação, problemas de interação com outros agentes (cooperação com outros agentes) e de regulação. A relevância dos “outros fatores” por sua vez teve sua importância reduzida ao longo das pesquisas: 45,6% em 1998/2000 passando para 19,3% em 2012-2014. Porém, isto não deve ser considerado como uma melhora no cenário. De acordo com Rebouças (2005) este resultado é esperado na medida em que as empresas vão se acostumando com a pesquisa e as respostas passam a ser mais criteriosas. O comportamento da resposta das empresas a estes “outros fatores” serão apresentados no gráfico 3.

O gráfico 3 apresenta os outros fatores impeditivos assinalados pelas empresas que inovaram nas pesquisas de 1998-2000, 2009-2011 e 2012-2014. Na construção do gráfico foram consideradas as empresas que atribuíram alta e média importância aos respectivos fatores. Observa-se mudança ao longo da década nas principais barreiras à inovação apontadas pelas empresas. Da primeira pesquisa de 2000 e até a de 2005 os fatores de maior relevância foram, respectivamente, elevados custos da inovação, riscos econômicos excessivos e escassez de fontes apropriadas de financiamento. Os custos da inovação estão associados à taxa de juros e ao preço do financiamento (REBOUÇAS, 2005). Por sua vez, não há explicação no questionário quanto ao risco econômico a ser considerado pela empresa, deixando a cargo da empresa esta interpretação.

Gráfico 3: Obstáculo ao processo inovativo, empresas mineiras, 2005, 2011 e 2014.



Fonte: PINTEC/IBGE, Elaboração própria.

Em 2008 e 2011 observa-se mudança no ranking dos obstáculos mais relevantes: a falta de pessoal qualificado passa a ser o 3º obstáculo mais citado pelas empresas, e a escassez de fontes de financiamento cai para quarta posição. Em 2012-2014 a escassez de fontes de financiamento volta a ocupar a terceira posição, com uma redução considerável da falta de pessoal qualificado como obstáculo à inovação. Cabe ainda destacar o elevado percentual de empresas que atribuíram elevada importância aos custos da inovação e risco econômico, cujo percentual aumenta mais em 2012-2014, sendo respondido como de média e alta importância por 85% das empresas inovadoras. Isto indica, por um lado que os diversos programas do governo federal não estão conseguindo atingir um número significativo de empresas inovadoras e, por outro, a relevância dos aspectos institucionais e macroeconômicos nas decisões do investimento em inovação.

Tem-se, pois, que os principais obstáculos vinculados à natureza econômica parecem exercer uma maior influência sobre o sucesso da

inovação nas empresas. Obstáculos concernentes a deficiências técnicas (falta de pessoal qualificado e escassez de serviços técnicos externos), a problemas de informação (falta de acesso sobre tecnologia e mercados), a problemas internos às empresas (rigidez organizacional) e a problemas de regulação (dificuldades para se adequar a padrões, normas e regulamentações) apresentam-se com uma menor importância relativa. Mas mesmos estes tiveram sua relevância ampliada no período analisado, o que certamente decorre da maior trajetória das empresas nos esforços inovativos. Na medida em que vão avançando e superando os gargalos decorrentes de aspectos institucionais e macroeconômicos, outras dificuldades, como as internas, vão surgindo.

3 A Ciência em Minas Gerais

Esta seção apresenta alguns indicadores sobre o crescimento da geração de ciência em Minas Gerais. Os dados analisados se referem às informações disponíveis no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Esta base de dado consolida informações da Base Lattes do CNPq, bem como questionário aplicado diretamente aos líderes dos grupos de pesquisa. A tabela 5 apresenta o número de grupos de pesquisa e o número de pesquisadores, total e com doutorado, em Minas Gerais e sua participação relativa em relação ao total brasileiro.

Tabela 5: Grupos de Pesquisa (GP) e pesquisadores, total e com doutorado em Minas Gerais e comparação com Brasil. 2000-2016.

Ano	Número de GP	% Grupos no Brasil	Número de Pesquisadores	% Pesquisadores no BR	Pesquisadores doutores em MG	% Pesquisadores doutores no BR
2000	1.026	8,7	4.368	8,6	2.748	9,4
2002	1.257	8,3	5.052	8,3	3.518	9,4
2004	1.694	8,7	7.183	8,5	4.983	9,2
2006	1.919	9,1	8.886	9,0	6.244	9,5
2008	2.135	9,4	10.664	9,3	7.405	9,6
2010	2.848	10,3	14.859	10,2	10.142	10,5
2014	3.482	9,8	20.431	9,9	14.393	10,3
2016	3.477	9,2	21.461	9,4	15.462	9,9

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, elaboração própria.

Observa-se aumento expressivo no número de grupos de pesquisa em Minas Gerais e no Brasil, no período de 2000-2016. Em Minas Gerais, o crescimento foi de 338% e no Brasil foi de 491%, ou seja, o crescimento em Minas Gerais foi menor do que no Brasil. Minas Gerais apresentou aumento da representatividade no Brasil em termos de GP. O Estado respondia por 8,6% dos grupos em 2000, passando a representar 9,4% em 2016. Em alguns Censos a participação mineira foi mais significativa como em 2010, quando representou 10,2%. Por sua vez em relação aos pesquisadores doutores a participação mineira foi sempre superior à participação dos pesquisadores no Brasil, evidenciando elevado nível de formação de seus pesquisadores.

A tabela 6 apresenta os grupos de pesquisa que declararam interação com agentes do Sistema Nacional de Inovação. Esta é uma informação auto declarada pelo líder do grupo de pesquisa e estudos anteriores já identificaram uma sub-estimação das interações declaradas (Rapini et. al, 2009). Não se pode, portanto, afirmar que houve aumento da interação e sim da interação declarada. O número de declarações de interação aumentou cerca de 900% dentre os GP mineiros, chegando a abranger 34,4% do total dos GP em 2016, percentual, inclusive superior à média brasileira para o mesmo Censo. Sabe-se que a interação declarada não é somente com empresas privadas, sendo cerca de 60% com universidades e institutos de pesquisa no Brasil e no exterior (Rapini, 2018). Certamente, o aumento da interação declarada nos Censos 2014 e 2016 refletem avanços propostos pela Lei de Inovação(2004) e pelo Novo Marco Legal da C&T&I¹³ (2016) que foram seguidos pelos grupos mineiros.

Tabela 6: Grupos de Pesquisa que declararam interação com empresas em Minas Gerais. 2002-2016

Ano	Número de GP (a)	GP que declararam interação (b)	(b)\(a)	Média no BR de GP interativos
2002	1.257	123	9,8	8,4
2004	1.694	226	13,3	11,1
2006	1.919	275	14,3	11,9
2008	2.135	300	14,1	12,0
2010	2.848	396	13,9	12,7
2014	3.482	920	26,4	26,4
2016	3.477	1.196	34,4	33,7

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, elaboração própria.

¹³ Marco Legal da CT&I (Lei 13.243/2016) cuja regulamentação ocorreu em 2018.(Decreto 9.283/2018).

Considerações finais

Segundo os dados analisados, observou-se que há um esforço contínuo em Minas Gerais, quer seja no âmbito das empresas e suas inovações, quer seja no âmbito dos grupos de pesquisa. Nota-se que o Estado de Minas reflete em alguma medida a falta de maturidade encontrada no Sistema de Inovação Brasileiro. No que diz respeito ao tipo de inovação, por exemplo, é mais presente a inovação de processo do que de produto, que é mais complexa com questões técnicas e comerciais. No caso da primeira, que lida apenas como a incerteza técnica é esperado que seja mais presente no desempenho das empresas mineiras e brasileiras pela própria baixa inovatividade das empresas em Minas Gerais e no Brasil, como discutido na seção 1 desse artigo.

As informações extraídas da PINTEC apontam, pois que as empresas mineiras vêm aumentando seus esforços inovadores, mas ainda atuando de forma conservadora, lidando com baixos índices de incerteza, como os inerentes na inovação de processo. Parte expressiva dos gastos em atividades de inovação é para a aquisição de máquinas e equipamentos, sem contrapartida de dispêndios em treinamento. Enquanto parte considerável do financiamento às atividades inovativas, incluindo o P&D, é realizada com recursos da própria empresa. O apoio do governo às empresas mineiras inovadoras vem aumentando (abrangendo, em 2012-2014, cerca de 41% do total das empresas), sendo concentrado no financiamento à compra de máquinas e equipamentos. E, por fim, a escassez de fontes de financiamento apresenta-se dentre principais obstáculos ao processo de inovação, bem como, os riscos econômicos e os custos da inovação.

Sobre a parte relativa aos grupos de pesquisa em Minas Gerais, notou-se que houve aumento do número de grupos durante o período estudado (2002 a 2016). Outro ponto de destaque são as relações de interação declarada (que podem ocorrer entre os grupos e empresas privadas, entre os grupos e institutos de pesquisa tanto no Brasil, quanto no exterior), que chegaram a registrar expressivo percentual, superior à média brasileira. Esse aumento nos Censos 2014 e 2016 podem ser reflexo da Lei de Inovação (2004) e pelo Novo Marco Legal da C&T&I (2016), que foram seguidos pelos grupos mineiros.

Referências

ALBUQUERQUE, E. M.; BAESSA, A.; KIRDEIKAS, J.C.V; SILVA, L.A.; RUIZ, R.M. Produção Científica e Tecnológica das Regiões Metropolitanas Brasileiras. **Revista Economia Contemporânea**. Rio de Janeiro,9(3) 615-642, Set-Dez,2005.

AROCENA, R.; SUTZ, J. Conhecimento, inovação e aprendizado: sistemas e políticas no Norte e no Sul. In: CASSIOLATO, J. E; LASTRES, H. M. M; ARROIO, A. (orgs.) **Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento**. Contraponto. Ed UFRJ, Rio de Janeiro 2005.

_____. Desigualdad, subdesarrollo y procesos de aprendizaje. **Nueva Sociedad**. n°193, set/out.2004

BERNARDES, A.T.; ALBUQUERQUE, E.M. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*. 32, p.865–885, 2003

CAVALCANTE, A. ; RAPINI, M. S. ; LEONEL, S. G. . Financiamento da Inovação: uma Proposta de Articulação entre as Abordagens Pós-keynesiana e Neo-schumpeteriana. In: Rapini, M,S; Silva, L.A.; Albuquerque, E.M. (Org.). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a Economia Global**. Curitiba: Editora Prismas, 2017, v. , p. 199-240.

EDQUIST, C.(Ed) (2005). **Systems of innovation: Technologies, Institutions and Organizations**. London and New York: Routledge, 2005

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br/> (vários acessos)

JOHNSON, B., LUNDVALL, B. “Promovendo sistemas de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada”. In: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.E.; ARROIO, A. **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005, p. 83-130.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor**. São Paulo: Penguin, 2014.

NELSON, R.(Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University, 1993.

_____.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University, 1993.

PÓVOA, L.M.C. (2008) A Crescente Importância das Universidades e Institutos Públicos de Pesquisa no Processo de Catching-Up Tecnológico. **Anais do XIII Seminário sobre a Economia Mineira**. Diamantina, 2008.

RAPINI, M. S. Cooperação universidade-empresa: realidade e desafios. In: Eduardo da Motta e Albuquerque; Mônica Viegas. (Org.). **Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões**. Belo Horizonte: Cedeplar, 2018, p. 375-389.

_____.; CHAVES, C. V.; ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L. A.; SOUZA, S. G. A; RIGHI, H.M.; CRUZ, W.M.S. University-industry interactions in an immature system of innovation: evidence from Minas Gerais, Brazil. **Science & Public Policy** (Print), v. 36, p. 373-386, 2009.

REBOUÇAS, M. **PINTEC**: pequenas empresas mostram melhor desempenho. Inovação Uniemp, v.1, n.3, Campinas, 2005.

RIBEIRO, L. C.; ALBUQUERQUE, E.; FRANCO, L. M.; MOURA, I. A. The scientific and technological trajectories of four Latin American countries: Mexico, Costa Rica, Argentina and Brazil. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG, 2009 (Texto para Discussão 362, available at http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD_362.pdf).

_____.; RUIZ, R. M.; BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M. Science in the developing world: running twice as fast? **Computing in Science and Engineering**, v. 8, p. 81-87, July, 2006.

SOUZA, S. G. A. O Papel das Universidades nos Sistemas de Inovação.

Economia e Políticas Públicas - Revista Eletrônica de Economia, v. 1.n1, p. 67-91, 2013.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S.A.F.(Org.) (2011). **Em busca da inovação**: interação universidade-empresa no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

SZAPIRO, M.; MATTOS, M.;CASSIOLATO, J.E. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento. In: Rapini, M,S; Silva, L.A.; Albuquerque, E.M. (Org.). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a Economia Global**. Curitiba: Editora Prismas, 2017, v. , p. 371-412.

TIRONI, L.F. Política de Inovação Tecnológica: escolhas e propostas baseadas na Pintec. **São Paulo em Perspectivas**. v.19, n.1, p.46-53, jan/mar, 2005.