

INDICADORES DE CIENCIA E TECNOLOGIA NO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL: INVESTIMENTO PÚBLICO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA E TÉCNICA

SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS IN THE AGRICULTURAL SCIENCE SECTOR IN BRAZIL: PUBLIC INVESTMENT AND SCIENTIFIC AND TECHNICAL PRODUCTIVITY

Cecilia Hasner¹; Eduardo Winter²

¹ Mestre e Doutora em Propriedade Intelectual e Inovação
Academia da Propriedade Intelectual e Inovação - INPI

cecilia.hasner@gmail.com

² Academia da Propriedade Intelectual e Inovação - Instituto Nacional de Propriedade Industrial INPI
winter@inpi.gov.br

Resumo:

Trata-se de evidenciar como os esforços do governo são revertidos em produtividade científica e técnica no setor de ciências agrárias no país através da análise de diferentes indicadores de ciência e tecnologia, tanto de insumos (input) como de produtos do sistema nacional de inovação (output). Foram abordados os dispêndios públicos, formação de mestres e doutores, produção científica e produção técnica pelo levantamento de patentes na base Global Patent Index - GPI para o período de 2000 a 2013 e comparados com o Produto Interno Bruto (PIB). Os resultados apontaram que a alocação de recursos do governo em P&D são majoritariamente revertidos para a formação acadêmica, onde as ciências agrárias têm uma participação média de 10,7% em relação as demais áreas. Constatou-se uma correlação positiva entre os dispêndios em P&D e a formação de mestres e doutores em ciências agrárias, mostrando um sistema de retroalimentação para a formação acadêmica. A produção de artigos na área de ciências biológicas e agrárias apresentou um crescimento de 80% no período de 2000 a 2012, o que condiz com os gastos públicos em P&D e recursos humanos, sendo acompanhado pelo crescimento do PIB. A produtividade técnica medida em número de patentes mostrou uma relação fraca comparada com a produção de artigos, o qual indica a falta de cultura na proteção intelectual por patentes para este setor. Pode-se concluir que muitos dos esforços de ciência e tecnologia em ciências agrárias estão sendo convertidos na área acadêmica e pouco em inovação agrícola.

Palavras-chave: indicadores de ciência e tecnologia, artigos, patentes, ciências agrárias.

Abstract:

The present article tries to show how the efforts of the government are reverted in scientific and technical productivity in the agricultural sciences sector in the country through the analysis of different indicators of science and technology, input and outputs indicators. Public expenditure, master and doctoral training, scientific production and technical production by the recovery of patents in the Global Patent Index (GPI) base for the period 2000 to 2013 and compared with the Product Gross Domestic Product (GDP). The results pointed out that the allocation of government resources in R & D are mostly reverted to academic training, where the agricultural sciences have an average participation of 10.7% in relation to the other areas. A positive correlation was found between R & D expenditures and the training of masters and PhDs in agrarian sciences, showing a feedback system for academic training. The production of articles in the area of biological and agrarian sciences showed an increase of 80% in the period from 2000 to 2012, which is in line with public spending on R & D and human resources, accompanied by the growth of the GDP. Technical productivity measured by number of patents showed a very weak relation compared to the production of articles, which indicates the lack of culture in intellectual protection by patents for this sector. It can be concluded that many of the efforts of science and technology are being converted in the academic area and little in agricultural innovation.

Key-words: indicators of science and technology, journals, patents, agricultural sciences.

1. Introdução

A importância em utilizar indicadores relativos às atividades científicas e tecnológicas está diretamente relacionada com a preocupação dos países em direcionar seus esforços de difusão do conhecimento em desenvolvimento econômico, social e ambiental (KONDO, 1998). A principal fonte de referência nesse campo são os indicadores usados pelos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), conhecidos como a família Frascati. Esta metodologia representa dois grandes grupos de indicadores: os de insumos (*input*) e os produtos do sistema nacional de inovação (*output*). Os indicadores de *input* são representados pelos recursos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), como os recursos humanos e financeiros. Os indicadores de *output* são representados pelas patentes e pelo balanço dos pagamentos despendidos em tecnologia. Porém, também é possível utilizar o número de publicação de artigos científicos como indicadores de *output*, descrito na literatura como pesquisas de bibliometria (DA SILVA & BIANCHI, 2001).

Dentre os países em desenvolvimento, o Brasil é considerado um país que possui um forte sistema nacional de pesquisa agrícola, ademais de ser o único país tropical considerado um grande *player* no cenário agrícola mundial (SILVEIRA, BORGES & BUAINAIN, 2005). Neste sentido, os autores citam que “a pesquisa científica contribuiu não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a melhora na qualidade dos produtos e para o aumento da diversificação da produção” (SILVEIRA, BORGES & BUAINAIN, 2005, p.105). Outros estudos já relataram a importância das Ciências Agrárias no desenvolvimento científico: Barata *et al.* (2014) mapearam o perfil da C&T no país e constataram que as Ciências Agrárias se encontrava entre as cinco

principais grandes áreas que possuem maior capacidade instalada, em termos de número de instituições, grupos de pesquisa e doutores no período de 2006 a 2008; Randig *et al.* (2007) mostraram que foram aprovadas 1665 bolsas de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) durante o período de 2003 a 2006, o que demonstra o esforço do governo em investir na formação de cientistas nesta área.

Nesta linha de pensamento, o presente estudo pretende analisar como os esforços do governo brasileiro são revertidos no desenvolvimento das ciências agrárias e produtividade do setor no país. Para tal, foram escolhidos alguns indicadores de ciência e tecnologia (C&T) de *input*, tais como dispêndios públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a formação de recursos humanos, bem como indicadores de *output* relacionados com a produção científica (artigos) e técnica (patentes), e comparados com o Produto Interno Bruto (PIB) do país no setor agrícola.

2. Metodologia

Foram utilizados indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T) de *input* e *output*, disponíveis no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, para o período de 2000 a 2013, descritos no quadro 1. Foram utilizados os investimentos em P&D e recursos humanos como indicadores de *input*, e estudos bibliométricos da produção científica e técnica como indicadores de *output*.

Quadro 1: Indicadores de input e output de ciência e tecnologia no setor agrícola utilizados para medir a produtividade no Brasil.

Indicadores de <i>Input</i>	Indicadores de <i>Output</i>
1) Dispêndios públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), por objetivos socioeconômicos, 2000-2013 (tabela 2.1.6);	1) Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI e Scopus, 1996-2012 (tabela 5.5);
2) Brasil: Alunos matriculados e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, ao final do ano, por grande área, 1998-2013 (tabela 3.5.2);	2) Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo publicados em periódicos científicos indexados pela Scopus, por área do Conhecimento, 1996-2012 (tabela 5.7);
3) Brasil: Distribuição de docentes de pós-graduação por grande área, 1998-2013 (tabela 3.5.4);	3) Número de patentes na área de Agricultura: Foi realizada uma pesquisa em janeiro de 2016 na base de patentes Global Patent Index - GPI do Escritório Europeu (European Patent Office - EPO), utilizando a classificação internacional de patentes A01 e o código de país BR no campo de país de prioridade;
4) Brasil: Pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq por grande área e sexo, 2000/2010 (tabela 3.6.9);	

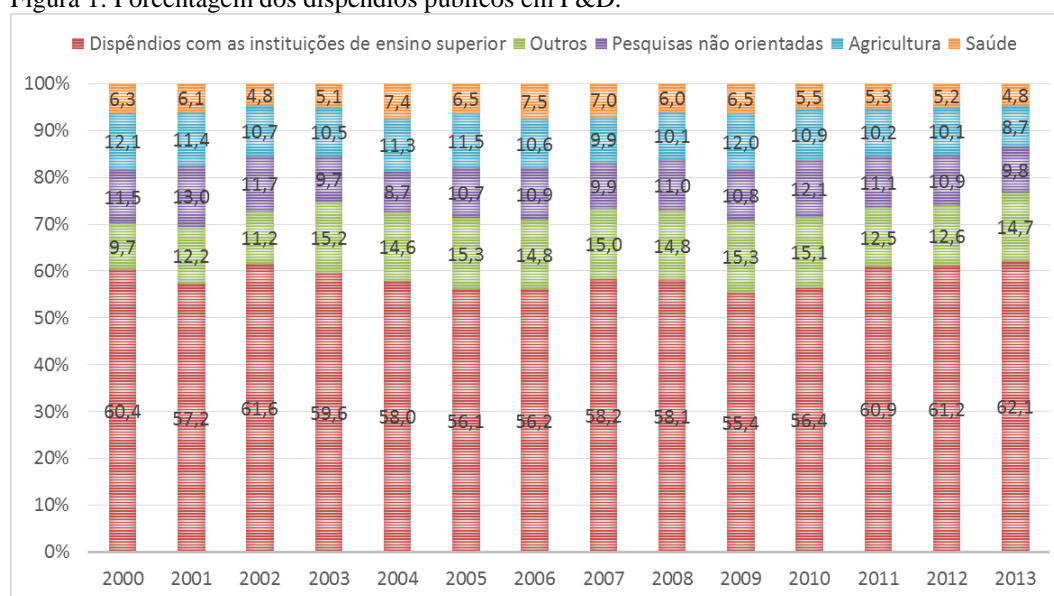
Fonte: A autoria própria (2016).

Estes indicadores foram inseridos em uma planilha Excel para poder extrair as informações pertinentes para a grande área de ciências agrárias, foco do estudo do presente trabalho. Também foram consultados dados do Produto Interno Bruto do Brasil com o intuito de estudar a repercussão da C&T na produtividade agrícola do país.

3. Resultados

Os dispêndios públicos em P&D no período de 2000 a 2013 mostram que as principais áreas socioeconômicas são: dispêndios com as instituições de ensino superior¹, pesquisas não orientadas², ciências agrárias e saúde (figura 1). Observa-se que a maior parte dos dispêndios públicos se concentra na P&D acadêmica, chegando a 62,1% em 2013, enquanto que ciências agrárias e as pesquisas não orientadas possuem dispêndios similares ao longo do tempo com pequenas flutuações, com uma média de 10,7 e 10,8%, respectivamente. O valor do dispêndio em ciências agrárias passou de 783,17 em 2010 a 3.187,36 milhões de reais em 2013, representando um aumento de 75,4% neste período, o que mostra a importância do setor para o país.

Figura 1: Porcentagem dos dispêndios públicos em P&D.



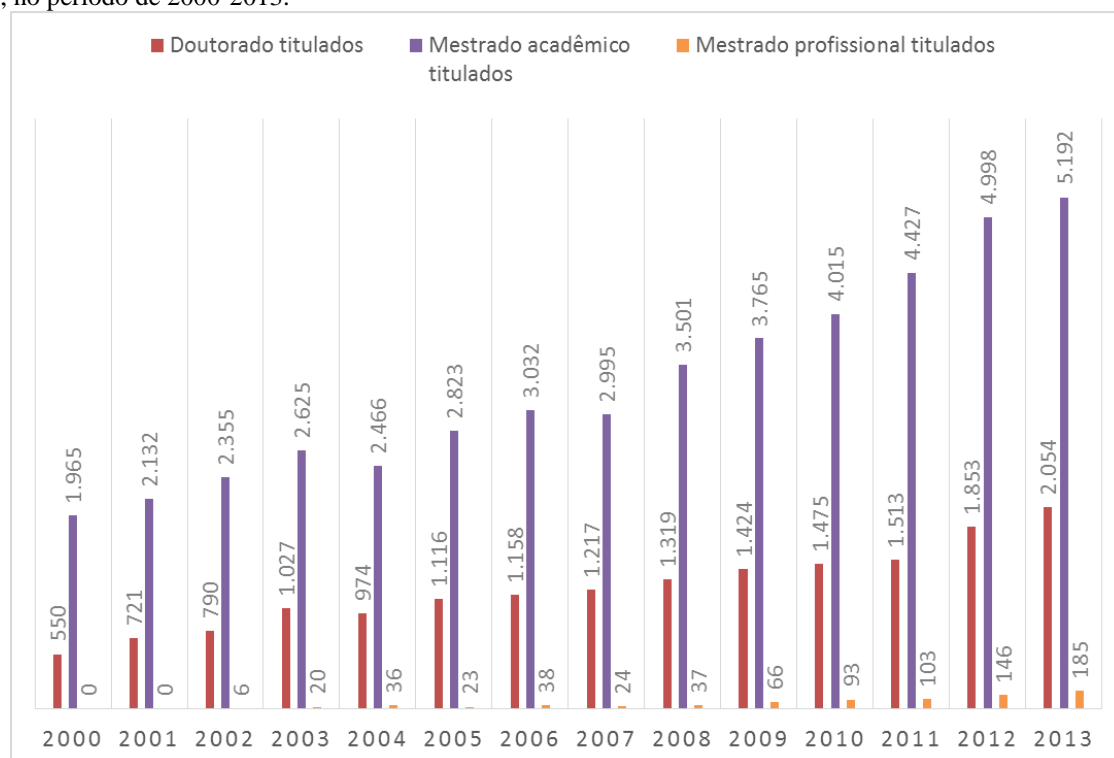
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da tabela 2.1.6 do MCT (2015).

A figura 2 representa a formação de mestres e doutores em cursos de pós-graduação em ciências agrárias, a qual mostrou um aumento considerável no período de 2000 a 2013, onde o número de doutores teve um aumento de 73,22% e o número de mestres acadêmicos um aumento de 62,15%, ademais do surgimento do mestrado profissional em 2003. Estes resultados demonstram os crescentes esforços do governo na formação acadêmica neste setor, já relatados em estudos anteriores (RANDIG *et al.*, 2007).

¹ Inclui estimativas dos investimentos das instituições federais com cursos de pós-graduação reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, do Ministério da Educação - MEC como aproximação dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento das instituições de ensino superior;

² Pesquisa não orientada para uma área específica.

Figura 2: Alunos titulados nos cursos de mestrado e doutorado, ao final do ano, na grande área de ciências agrárias, no período de 2000-2013.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da tabela 3.5.2 de Indicadores do MCT.

Em relação ao número de pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq por grande área no período de 2000 a 2010, constata-se que ciências agrárias não é a área que mais possui pesquisadores (tabela 1), porém este número tem dobrado neste período, correspondendo a um crescimento de 54,94%. Constata-se uma falta continuidade nas séries históricas na base de dados governamentais, o que prejudica a análise para o período de 2000 a 2013.

Tabela 1: Número de pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq por grande área no período de 2000 a 2010.

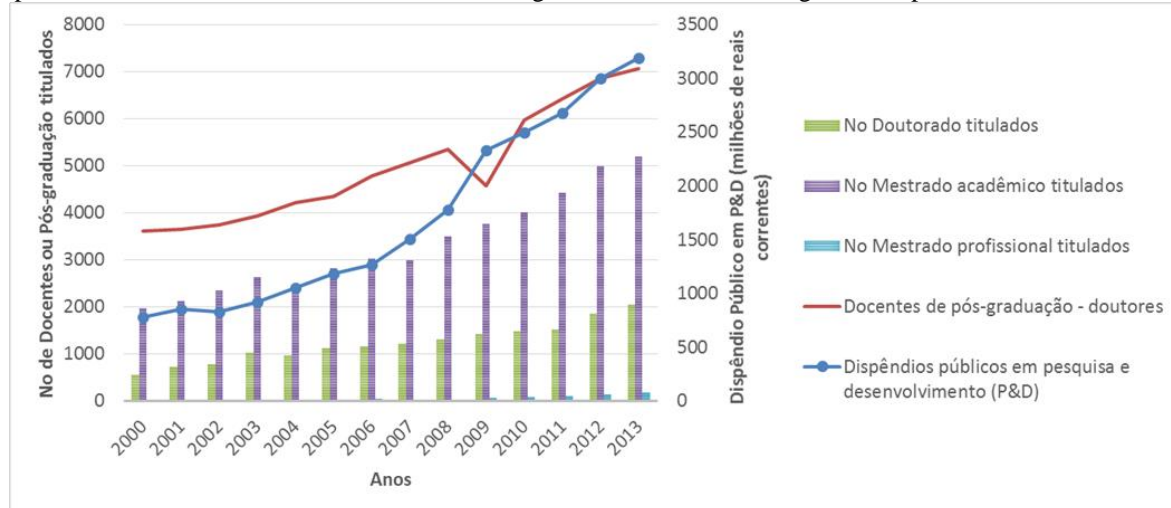
<i>Grandes Áreas/Anos</i>	<i>2000</i>	<i>2002</i>	<i>2004</i>	<i>2006</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>
<i>Total</i>	52864	63342	87727	102184	118015	147638
<i>Ciências humanas</i>	8452	10811	15031	18838	23087	30378
<i>Ciências da saúde</i>	8534	10408	15408	18382	21207	25445
<i>Ciências sociais aplicadas</i>	4408	5843	9444	11987	14429	18579
<i>Engenharias</i>	8143	9668	13006	13905	15203	18453
<i>Ciências biológicas</i>	6948	8191	10600	11896	13368	16033
<i>Ciências agrárias</i>	6880	7611	9814	10840	12242	15269
<i>Ciências exatas e da terra</i>	7257	7936	10181	10871	11835	14621
<i>Linguística, letras e artes</i>	2242	2874	4243	5465	6644	8860

Fonte: MCT (2015)

Com o intuito de analisar os diferentes indicadores de *input* na área de ciências agrárias, a figura 3 representa tanto os gastos em P&D, a formação de doutores e mestres (acadêmicos e

profissionais), como a quantidade de docentes doutores. Os resultados mostram uma relação direta entre estes indicadores, o qual pode indicar que os esforços estão sendo revertidos para a formação acadêmica e a retroalimentação do sistema.

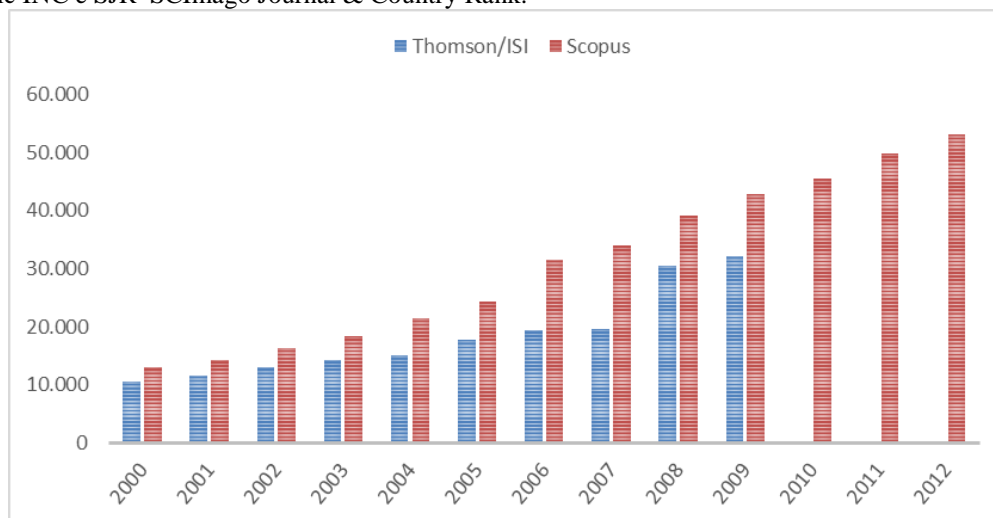
Figura 3: Relação entre Dispêndio Público em P&D, número de docentes de pós-graduação e número de mestres profissionais, mestres acadêmicos e doutores na grande área de ciências agrárias no período de 2000 a 2013.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do MCT.

A análise dos indicadores de *output* em relação a produção científica disponíveis no Ministério de Ciência e Tecnologia, mostram um aumento no número de artigos brasileiros publicados em revistas indexadas na base da Thomson Reuters Scientific INC e SJR SCImago Journal & Country Rank no período de 2000 a 2012 (figura 4). O ano de 2013 não estava disponível, representando uma limitação pela quebra nas séries. Constata-se um aumento crescente ao longo do tempo dos artigos indexados em ambas bases, o que demonstra que o investimento no governo na formação acadêmica tem se convertido em produtividade através da disseminação do conhecimento básico e aplicado, e reforça a importância da pesquisa brasileira no cenário mundial.

Figura 4: Número de artigos brasileiros publicados em revistas indexadas na base da Thomson Reuters Scientific INC e SJR SCImago Journal & Country Rank.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da tabela 5.5 do MCT (2015).

Uma outra limitação observada na análise dos indicadores, se refere as áreas de conhecimentos cobertas pelos dados: enquanto em alguns indicadores de *input* mencionam Ciências Agrárias isolada das demais grandes áreas, a produção científica (indicador de *output*) é inserida em conjunto com as ciências biológicas. Em geral, a produção científica brasileira na área de “ciências biológicas e agrárias” cresceu 80% no período de 2000 a 2012 (tabela 2), o que mostra que os investimentos realizados pelo governo têm sido revertidos para esta área acadêmica, corroborando os resultados anteriores sobre a formação de doutores e mestres. Este aumento significativo também melhorou a posição do Brasil frente aos países da América Latina, passando a ter 56% da participação das publicações científicas e 6,7% em relação ao mundo em 2012 (tabela 2).

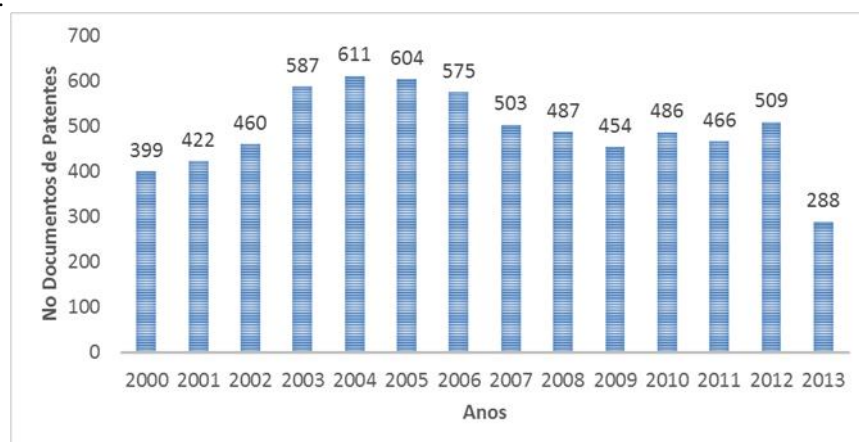
Tabela 2: Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo publicados em periódicos científicos indexados pela Scopus, na área de ciencias biológicas e agrárias, período de 2000-2012.

<i>Anos</i>	<i>Brasil</i>	<i>América Latina</i>	<i>Mundo</i>	<i>% do Brasil em relação à América Latina</i>	<i>% do Brasil em relação ao Mundo</i>
2000	2.009	4.911	81.168	41%	2,50%
2001	2.136	5.244	86.111	41%	2,50%
2002	2.757	6.255	91.333	44%	3,00%
2003	2.836	6.837	95.088	41%	3,00%
2004	3.155	7.391	98.386	43%	3,20%
2005	3.431	7.982	106.302	43%	3,20%
2006	5.997	11.168	119.836	54%	5,00%
2007	6.239	11.936	127.754	52%	4,90%
2008	7.782	14.390	136.943	54%	5,70%
2009	8.851	16.033	140.947	55%	6,30%
2010	9.437	16.794	146.547	56%	6,40%
2011	9.983	17.884	152.950	56%	6,50%
2012	10.186	18.046	152.879	56%	6,70%

Fonte:Tabela 5.7 do MCT, a partir de dados da SCImago. (2007). SJR SCImago Journal & Country Rank

A análise da produção técnica brasileira foi medida pelo número de patentes solicitadas na área da agricultura, utilizando a classificação internacional de patentes A01, com o Brasil como país de prioridade (BR). A pesquisa recuperou 6.940 documentos de patentes, com uma média de 489 publicações ao ano no período de 2000 a 2013 (figura 5). Observa-se que houve um aumento no número de pedidos de patentes após o ano 2000, porém este sofre pequenas oscilações ao longo do tempo, diminuindo em 2013 (figura 5). Aparentemente, a produção técnica não está relacionada com o aumento do investimento em P&D e recursos humanos alocados na área de ciências agrárias. Uma das causas pelo baixo número em 2013 pode ser a falta de cultura no uso do sistema de patentes como proteção intelectual. Ademais, cabe ressaltar que o Brasil não é um país de referência em termos de depósito de patentes, independente das áreas tecnológicas, sendo que as que possuem maior destaque são nas áreas de engenharia mecânica e química (MCT, 2015). Em adição, a legislação de propriedade industrial que rege a concessão de patentes, não permite a proteção de “todo ou parte dos seres vivos, exceto os microorganismos transgênicos que atendam aos três requisitos de patenteabilidade - novidade, atividade inventiva e aplicação industrial - previstos no art. 8º e que não sejam mera descoberta” (Art. 18, inciso III, Lei Nº 9.279/1996). E no caso de novas variedades vegetais, o país tem uma legislação própria para a proteção intelectual de cultivares. Um levantamento do número de registros no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) em janeiro de 2016 mostrou que o país possui 4249 registros de cultivares de 30 espécies vegetais, porém a base de dados não permite a exportação dos dados para uma análise mais detalhada destes registros. Em todo caso, a lei³ que institui a proteção de cultivares no Brasil foi sancionada somente em abril de 1997, ou seja, grande parte deste tipo de proteção intelectual se deu nos anos subsequentes.

Figura 5: Número de documentos de patentes na área de agricultura tendo como país de prioridade o Brasil. N = 6.940.

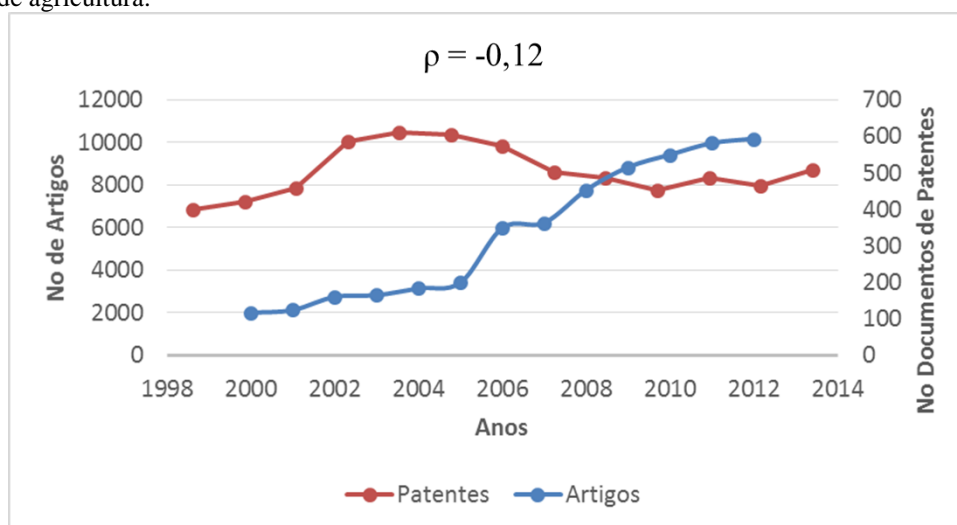


Fonte: Elaboração própria a partir da base Global Patent Index – GPI, do Escritório Europeu (EPO) (2016).

³ Lei Nº 9.456, de 25 de abril de 1997.

A análise da relação entre artigos (produção científica) e patentes (técnica), medida pelo coeficiente da correlação de Pearson⁴, mostrou uma correlação muito fraca, de $r = -0,12$, corroborando a falta de relação entre os esforços das políticas de governo para converter o conhecimento básico em produtos para o mercado, sendo transferidos para a sociedade e o setor empresarial mediante as patentes (figura 6). Estes resultados demonstram a falta de cultura na proteção intelectual por patentes (RAVASCHIO; FARIA; QUONIAM, 2010), principalmente na área das ciências agrárias.

Figura 6: Relação entre a produção de artigos na área de ciências biológicas e agrárias e a produção de patentes na área de agricultura.

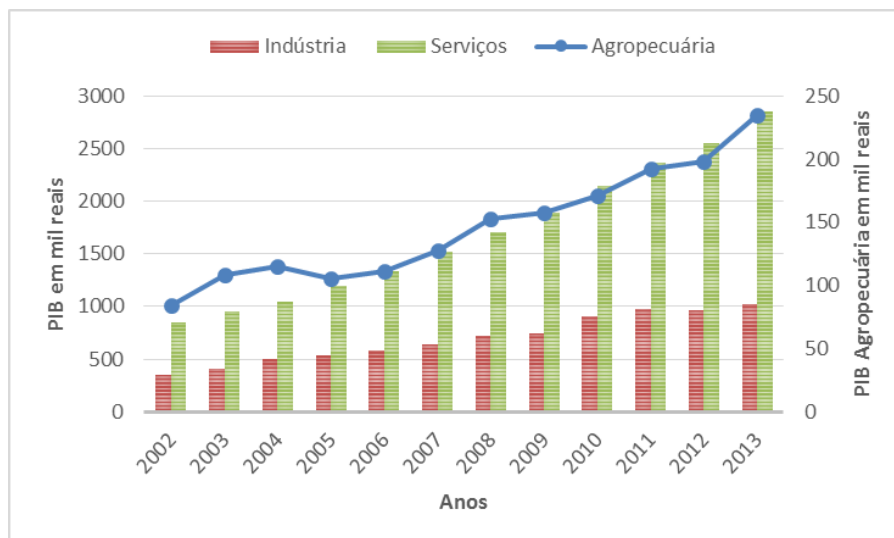


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MCT (2015) e da base GPI (2016).

A relação dos investimentos em P&D e o Produto Interno Bruto (PIB) do setor agropecuário no período de 2002 a 2013 estão representados na figura 7, mostrando uma relação positiva com uma taxa de crescimento de 64,08% (MAPA, 2014). Apesar deste crescimento, a participação da agropecuária é de somente 6% do PIB nacional em 2013 (MAPA, 2014). Novamente, a série de dados varia conforme a fonte de informação disponível pelos sites oficiais de governo, porém é evidente que o período de crescimento econômico vivenciado pelo Brasil nos últimos anos tem sido refletido na área da Ciência e Tecnologia (C&T), através de uma maior disponibilidade de recursos em P&D e na formação de recursos humanos de ciência e tecnologia (RHCT).

⁴ O coeficiente da correlação de Pearson (ρ) varia entre -1 e 1, onde o sinal indica a direção, positiva ou negativa, do relacionamento e o valor indica a força da relação entre as variáveis, sendo que mais próxima a 1, maior o seu grau de dependência estatística (FIGUEIREDO FILHO&DA SILVA JUNIOR, 2009).

Figura 7: Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) em mil reais por setor econômico no período de 2002 a 2013.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MAPA (2014).

4. Conclusões

O presente estudo mostrou a relevância de utilizar os indicadores de C&T para poder compreender como o investimento do governo tem contribuído na produção científica e técnica em ciências agrárias. A alocação de recursos do governo em P&D no período de 2000 a 2013 são majoritariamente revertidos para a formação acadêmica, porém as ciências agrárias têm uma participação média de 10,7% em relação as demais áreas. Observou-se uma correlação positiva entre os dispêndios em P&D e a formação de mestres e doutores em ciências agrárias, o que pode ser interpretado como um sistema de retroalimentação da formação acadêmica. A produção de artigos na área de ciências biológicas e agrárias apresentou um crescimento de 80% no período de 2000 a 2012, o que condiz com os gastos públicos em P&D e recursos humanos. Da mesma forma, o crescimento do Produto Interno Bruto apresentou um crescimento similar aos investimentos públicos em P&D no mesmo período.

A produtividade em patentes mostrou uma relação muito fraca com a produção de artigos e ademais não está relacionada com o crescimento do PIB brasileiro, o qual pode-se concluir que não é um bom indicador de produtividade na área de ciências agrárias.

Recomenda-se em trabalhos futuros uma análise sobre o impacto do conhecimento gerado pela academia (docentes, mestres, doutores e artigos publicados) nas empresas agrícolas e instituições de P&D nesta área, bem como se existe uma convergência das políticas governamentais na área agrícola para aumentar a produtividade.

Referências

- BARATA, R.B.; ARAGÃO, E.; DE SOUSA, L.E.P.; SANTANA, T.M.;BARRETO, M. The configuration of the Brazilian scientific field. **An Acad Bras Cienc**, Vol. 86, n.1, 2014
- DA SILVA, José Aparecido; BIANCHI, Maria de Lourdes Pires. **Cientometria: a métrica da ciência**. Paidéia (Ribeirão Preto) vol.11 no.21 Ribeirão Preto, 2001.
- FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; DA SILVA JÚNIOR, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Vol. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/politica hoje/index.php/politica/article/view/6/6> Acesso: agosto/2015
- KONDO, Edson Kenji. **Desenvolvendo indicadores estratégicos em ciência e tecnologia: as principais questões**. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 128-133, maio/ago. 1998.
- MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Estatística e Dados Básicos da Economia Agrícola**. Dezembro de 2014. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Estatistica/Estat%C3%ADticas%20e%20Dados%20B%C3%AAsicos%20de%20Economia%20Agr%C3%ADcola/Pasta%20Janeiro-2012.pdf Acesso: agosto/2015.
- RANDIG, Onivaldo; ANTUNES, Roberto Camargos; RIBEIRO JÚNIOR, Emerson Silva; GORGATI, Cláudia Queiroz; NEVES, Maria Auxiliadora Da Silveira E Pereira. **O Fomento do CNPq na Área de Ciências Agrárias: Bolsa de Produtividade em Pesquisa e Edital Universal**. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, Recife, vol. 4, p.291-303, 2007.
- RAVASCHIO, J. D. P.; FARIA, L. I. L. DE; QUONIAM, L. O uso de patentes como fonte de informação em dissertações e teses de engenharia química: O caso da Unicamp. **Revista digital de Bibliotecnomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 219–232, 2010. Disponível em: <http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/sbu_rci/article/viewFile/462/314>.
- SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da; BORGES, Izaias de Carvalho and BUAINAIN, Antonio Márcio. **Biotecnologia e agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. *São Paulo Perspec.* [online]. 2005, vol.19, n.2, pp. 101-114. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso: agosto/2015.

Recebido: 18/12/2017

Aprovado: 04/04/2018