

A evolução da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Em que medida as variáveis de recursos humanos e produtividade se relacionam?

KRIS HERIK DE OLIVEIRA
Universidade Presbiteriana Mackenzie
kris.h.oliveira@gmail.com

ÁREA TEMÁTICA

Gestão da inovação: Dimensões humanas, culturais e sociais da inovação

TÍTULO DO TRABALHO

A evolução da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Em que medida as variáveis de recursos humanos e produtividade se relacionam?

RESUMO

A história da ciência brasileira e, em particular, da gestão e fomento à CT&I é muito recente quando comparada às grandes potências produtoras de conhecimento encontradas na Europa, América do Norte e Ásia. O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre a evolução do quadro de recursos humanos em CT&I e a evolução da produção C&T nacional. Para tanto, utilizou-se o método quantitativo-descritivo e o tratamento dos dados ocorreu via técnicas estatísticas descritivas, de modo longitudinal e relacional. As variáveis foram extraídas do Banco de Variáveis de CT&I – MCTI, abrangendo o período: 1998-2012. Testaram-se hipóteses com o coeficiente de correlação de Pearson. Concluiu-se que a expansão no número de programas de pós-graduação e a evolução no número de mestres e doutores matriculados e titulados estão positivamente correlacionadas. A formação de mestres e doutores se mostrou positivamente correlacionada com a evolução no número de profissionais que atuam em CT&I, exceto no setor empresarial. Em relação à produção C&T, constatou-se que todas as formas de publicação bibliográfica cresceram expressivamente em pouco mais de uma década, bem como as citações. No entanto, a formação de novos mestres e doutores não se mostrou positivamente correlacionada com o registro de patentes.

Palavras-chave: Recursos Humanos; Produção Científica e Tecnológica; Ciência, Tecnologia e Inovação

ABSTRACT

The history of the Brazilian science and, especially, of the management and promotion to the ST&I is very recent when compared to the major powerhouses producers of knowledge in Europe, North America and Asia. The aim of this study was to investigate the relationship between the evolution in the human resources in ST&I and the evolution of the production S&T in Brazil. Was used the quantitative-descriptive method and the data processing occurred via descriptive statistics techniques, longitudinal and relational. The variables were extracted from Bank of Variables of ST&I - MCTI, covering the period: 1998-2012. Hypotheses were tested with the Pearson correlation coefficient. It was concluded that the expansion in the number of graduate programs and the evolution in the number of Masters and PhDs registered and titled are positively correlated. The development of Masters and PhDs proved positively correlated with the evolution in the number of professionals working in ST&I, except in the business sector. With respect to the production S&T, it was found that all forms of bibliographic publishing grew significantly in just over one decade, as well the citations. However, the development of new Masters and PhDs was not positively correlated with the register of patents.

Keywords: Human Resources; Scientific and Technology Production; Science, Technology and Innovation

INTRODUÇÃO

A história da ciência brasileira e, em particular, da gestão e fomento à ciência é muito recente quando comparada às grandes potências produtoras de conhecimento encontradas na Europa, América do Norte e Ásia. Pois, foi somente na segunda metade do século passado que o Brasil criou suas principais agências de gestão e fomento: a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Somadas a essas instituições federais houveram os investimentos feitos pelos estados visando à gestão da ciência numa perspectiva regional, a partir da criação de suas Fundações de Amparo à Pesquisa, como FAPESP e FAPERGS que já contabilizam mais de 40 anos de existência (BALBACHEVSKY, 2005; BORGES, 2010; 2011).

Assim como o sistema nacional de gestão em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) é recente, as investigações acerca da população de mestres e doutores em território nacional, seus impactos e relações com a gestão pública e privada também.

Os interesses político, científico e empresarial sobre as características sociodemográficas desta população fomentaram os primeiros grandes estudos nacionais sobre mestres e doutores. Desta maneira, análises detalhadas foram publicadas recentemente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e que contou com a colaboração de diversos órgãos envolvidos com o setor.

De acordo com a instituição, o Censo de 2010 permitiu estimar que o Brasil contava no período do estudo com mais de meio milhão de mestres e cerca de 190 mil doutores residindo no país (CGEE, 2012).

Considerando os doutores em análises detalhadas, a publicação “Doutores 2010: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira” se dedicou a investigar a formação, o emprego e as características demográficas dos doutores brasileiros através de dados que abrangeram estatísticas de 1996-2008 (CGEE, 2010a).

Nesta mesma linha, a publicação “Mestres 2012: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira” apresentou estatísticas sobre os programas, a formação, o emprego e as características demográficas dos mestres brasileiros através de dados que abrangeram estatísticas de 1996-2010 (CGEE, 2012).

O estudo “Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação” abordou a formação de recursos humanos, nas áreas que são mais estratégicas para consolidar a posição brasileira num cenário internacional inovador e altamente competitivo; tais como: Tecnologia de Informação, Engenharia e Energia. Dentro desse escopo, o estudo mostrou que novos arranjos institucionais emergiram e que as políticas públicas para a área educacional altamente capacitada apresentaram novas diretrizes (CGEE, 2010b).

Através desses grandes estudos foram observados que grandes avanços efetivamente ocorreram na formação de recursos humanos altamente qualificados para CT&I. Congratularam-se as instituições de gestão e fomento à ciência, porque foram responsáveis pelo avanço atual alcançado tanto na formação de recursos humanos quanto na produção científica e tecnológica (C&T), hoje de alcance internacional (BALBACHEVSKY, 2005; BORGES, 2010; 2011).

Estudos como os do CGEE tem se preocupado em descrever a evolução de distintas variáveis, entretanto pouco se têm explorado possíveis associações entre elas. Neste sentido, nota-se a carência de estudos que realizem análises correlacionando recursos humanos em CT&I e produção C&T. Logo, este estudo se diferencia uma vez que o tratamento de dados prioriza estudar esta lacuna, considerando a evolução temporal e relacional das variáveis.

A seguir, serão apresentados o problema de pesquisa e os objetivos que nortearam este

estudo. Em seguida, detalhou-se a metodologia empregada, discutiu-se e analisaram-se os dados. Esta última parte subdividiu-se em cinco itens que abordaram: a evolução da pós-graduação *stricto sensu* no Brasil; a evolução na formação de mestres e doutores; recursos humanos que atuam em CT&I; produção C&T; e o estudo de correlação com o teste de hipóteses. Por fim, teceram-se considerações finais sobre o estudo.

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Este estudo guiou-se pelo seguinte questionamento: *Qual a relação entre a evolução no quadro de recursos humanos em CT&I e a evolução da produção C&T nacional?*

O artigo tem como objetivo: *Investigar a relação entre a evolução no quadro de recursos humanos em CT&I e a evolução da produção C&T nacional.*

De forma específica, analisa a evolução quantitativa da pós-graduação *stricto sensu*, da formação de mestres e doutores e do número de profissionais que atuam na ciência brasileira. Ademais, descreve a evolução da produção C&T de pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Por fim, correlaciona distintas variáveis sobre recursos humanos em CT&I e produção C&T.

METODOLOGIA

Esta pesquisa fundamentou-se no método quantitativo-descritivo. Não são abordadas áreas específicas do conhecimento, como geralmente ocorre em outros estudos (BALBACHEVSKY, 2005; GUIMARÃES; AVELLAR, 2010; BORGES, 2010; 2011; CGEE, 2010a; 2012) sobre a ciência. O tratamento dos dados se deu por meio de técnicas estatísticas descritivas, de modo longitudinal e relacional.

A ciência orientada por dados permite a visualização e análise de informações coletadas e armazenadas por outros órgãos, como os públicos, que possuem informações dispersas sobre o cenário científico nacional. A integração permite a interpretação dos dados, formulação de teorias, testes por simulação e o levantamento de novas hipóteses de pesquisa com base em correlações difíceis de serem observadas sem o apoio da tecnologia da informação.

Neste sentido, os dados utilizados na pesquisa são secundários e foram extraídos do Banco de Variáveis de CT&I, do MCTI (2014), em junho e julho de 2014. Coletaram-se as seguintes informações no referido banco de dados:

- I. Recursos Humanos em CT&I
 - a) Distribuição dos programas de pós-graduação, por grande área, 1998-2012;
 - b) Alunos matriculados e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, ao final do ano, por grande área, 1998-2012;
 - c) Instituições, grupos, pesquisadores e pesquisadores doutores, cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, 1993-2010;
 - d) Pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento, 2000-2010.

- II. Produção C&T
 - a) Patentes concedidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), segundo tipos e origem do depositante, 1999-2012;
 - b) Pedidos de patentes depositados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI),

segundo tipos de patentes e origem do depositante, 2000-2012;

- c) Produção científica, segundo meio de divulgação no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, 2000-2010.

A análise dos dados dividiu-se em duas grandes seções. A primeira buscou, a partir das informações sobre recursos humanos em CT&I e produção C&T, descrever a evolução das variáveis nos períodos abordados. Foram construídos gráficos e tabelas, bem como calculadas as taxas de crescimento, taxas de crescimento anual e as taxas médias de crescimento.

Os resultados desta primeira seção permitiram atualizar, confrontar os resultados com os de estudos já publicados e incluir novas análises que correspondessem aos objetivos deste estudo.

Na segunda seção, com o auxílio do *software* SPSS 17, construíram-se tabelas com o coeficiente de correlação de Pearson (r) para compreender como e em que intensidade as variáveis se relacionavam entre si; assumindo níveis de significância de 1%, 5% e 10%. Assim, as seguintes hipóteses foram testadas:

- Hipótese 1: A expansão no número de programas de pós-graduação está positivamente correlacionada com o aumento da formação de mestres e doutores.
- Hipótese 2: Há correlação positiva entre a formação de mestres e doutores e a evolução no número de profissionais que atuam em CT&I.
- Hipótese 3: A evolução na formação de mestres e doutores está positivamente correlacionada com o aumento da produtividade C&T.

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A evolução da pós-graduação *stricto sensu* no Brasil

Com base no Art. 44º, inciso III, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, a pós-graduação no Brasil é dividida em *lato sensu* e *stricto sensu*. Na pós-graduação *lato sensu* compreendem programas de especialização e incluem os cursos designados como MBA (*Master Business Administration*). Ademais, possui duração mínima de 360 horas e ao final do curso o aluno obterá certificado e não diploma. A pós-graduação *stricto sensu* compreende programas de mestrado (acadêmico e profissional) e doutorado abertos a candidatos diplomados em cursos superiores de graduação e que atendam às exigências das instituições de ensino e ao edital de seleção dos alunos. Neste último caso, ao final do curso o aluno obterá diploma (BRASIL, 1996).

É importante esclarecer que a necessidade de atender, particularmente às áreas mais diretamente vinculadas ao mundo do trabalho e ao sistema produtivo, bem como a demanda de profissionais altamente qualificados inspirou a criação, no ano de 1999, de programas de mestrado profissional (CGEE, 2012). Os quais são cursos de pós-graduação *stricto sensu*, também avaliados pela Capes e que precisam ser credenciados pelo Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2009).

Em 1965, quando os primeiros estudos de pós-graduados *stricto sensu* foram realizados, o Conselho Nacional de Educação identificou ao todo 38 programas de pós-graduação: 28 mestrados e 11 doutorados. Dez anos depois, em 1975, o Brasil já contava com 429 programas de mestrado e 149 de doutorado (BALBACHEVSKY, 2005). Desta forma, de 1965 a 2012 o número de programas de mestrado acadêmico cresceu 4.292,86% e o número de programas de doutorado 381,82%.

De acordo com Balbachevsky (2005), a evolução positiva coloca a pós-graduação

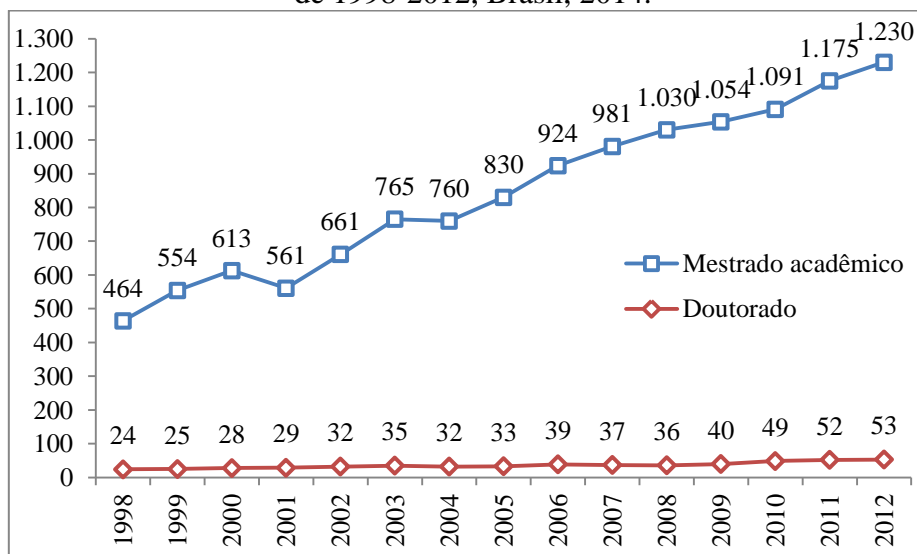
brasileira entre as mais importantes do mundo. Além do tamanho alcançado, desde o final dos anos 1960, a pós-graduação nacional vem sendo submetida a um conjunto consistente de políticas que lhe permitiu crescer e, ao mesmo tempo, manter a qualidade.

Estudos do CGEE (2010; 2012) permitiram avaliar detalhadamente a evolução qualitativa dos programas de mestrado acadêmico e doutorado. De acordo com a instituição, a metodologia hoje adotada pelo sistema de avaliação da Capes foi empregada pela primeira vez em 1998. Os conceitos atribuídos podem variar de 1 a 7. Entretanto, programas que recebem conceitos 1 e 2 são considerados de qualidade inferior ao mínimo necessário para serem ou permanecerem credenciados. Os programas que recebem o conceito 7 são considerados de padrão excepcional, comparável ao de programas de primeira linha no mundo. Os conceitos 3, 4, 5 e 6 correspondem a conceitos intermediários, nos quais a qualidade de um programa de conceito 6 é considerada superior a um de conceito 5 e assim por diante. Por fim, cabe esclarecer que o conceito 5 é, no entanto, o maior que pode ser atribuído a programas de mestrado, que não estão vinculados a programas de doutorado.

Observou-se nos programas de mestrado e de doutorado o declínio daqueles que receberam o conceito 3 e o aumento expressivo nas conceituações 5, e 7. Por essa razão é possível classificar a política de implantação, expansão e controle de qualidade dos programas de mestrado e doutorado no Brasil, que se estruturou em meados dos anos 1970, como um raro exemplo de política de estado. Essa política demonstrou uma continuidade surpreendente ao longo das últimas décadas, independentemente das inúmeras mudanças de governo e até mesmo de regimes políticos ocorridas no período (CGEE, 2010a; 2012).

O Gráfico 1 apresenta a evolução do número programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil, no período de 1998-2012.

Gráfico 1 - Evolução no número de programas de pós-graduação *stricto sensu*, segundo período de 1998-2012, Brasil, 2014.



Fonte: MCTI, 2014. Elaborado pelo autor.

Nota-se que o zelo pela qualidade da pós-graduação pode justificar a queda no número de programas em alguns períodos. Em relação ao mestrado acadêmico há uma queda acentuada no número de programas em 2001, seguida por seu aumento expressivo em 2002; fato semelhante ocorre nos anos de 2004 e 2005. No que diz respeito aos programas de doutorado, houve um

crescimento mais tímido e o ano de 2004 também foi marcado pela queda do número de programas e aumento no ano de 2005. Quedas também são observadas em 2007 e 2008.

Especificamente, houve aumento expressivo nos programas de mestrado e doutorado, no período 1998-2012, em todas as áreas do conhecimento (MCTI, 2014). Os interesses científico, comercial e político justificam este aumento. Nos últimos anos, políticas públicas tem incentivado a formação de recursos humanos em áreas consideradas estratégicas para o desenvolvimento econômico do país, como é o caso das engenharias, ciências exatas e da terra. O interesse comercial tem incentivado o crescimento das ciências sociais aplicadas. O amadurecimento do campo científico brasileiro tem garantido a abordagem multidisciplinar um maior espaço. As ciências da saúde, humanas e agrárias, por outro lado, sempre ocuparam grande destaque na pós-graduação brasileira. O eixo linguística, letras e artes, por fim, mostra-se como de menor interesse nacional quando comparado às demais áreas do conhecimento.

Portanto, não restam dúvidas que a pós-graduação brasileira destacou-se pelo seu avanço nas últimas décadas. Entretanto, algumas questões acerca da população de mestres e doutores formados por estes programas requerem estudos longitudinais. De tal modo, a próxima seção de análise dos dados se concentrará na evolução da formação de mestres e doutores em território nacional.

A evolução na formação de mestres e doutores em território nacional

Dados referentes ao número de alunos matriculados e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, no período de 1998-2012 (Tabela 1), apontam que a evolução no número de programas de mestrado e doutorado vem contribuindo de modo acentuado para o crescimento da população de mestres e doutores.

No ano de 1998, foram concedidos 12.351 títulos de mestrado e 3.915 títulos de doutorado no Brasil. Em 2012, o número de titulados em programas de mestrado e de doutorado foi, respectivamente, 42.878 mestres e 13.912 doutores. A taxa média de crescimento de mestres matriculados no período foi de 5,45% e de 8,65% para os titulados. A taxa média de crescimento de doutores matriculados foi de 7,54% e de 8,82% para os titulados. Neste ritmo de crescimento, em 15 anos, pode-se concluir que o Brasil titulou 415.381 mestres e 131.081 doutores.

Para que este avanço fosse alcançado, o país passou gradativamente pela descentralização regional da educação de nível superior. Por muitas décadas os programas de pós-graduação concentraram-se na Região Sudeste e somente a partir da década de 90 que houve um processo de descentralização em direção às demais regiões do país. Entretanto, estudos ainda identificam uma intensa circulação de mestres e doutores das Regiões Norte e Nordeste em direção às instituições de ensino do Sul e Sudeste (GUIMARÃES, 2002).

A predominância do Sudeste sobre as demais regiões brasileiras está associada às instituições de ensino superior, com seus programas de pós-graduação e recursos humanos, com o apoio de políticas e programas de ciência e tecnologia implementados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), no caso de São Paulo, e por agências do governo federal, como o CNPq, Capes e Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (FAPESP, 2010).

Com o objetivo de compreender em que medida se deu a evolução na formação de mestres e doutores, realizou-se uma análise detalhada sobre a taxa anual de crescimento de alunos matriculados e titulados nos cursos de mestrado acadêmico e doutorado, segundo período de 1998-2012 (MCTI, 2014).

A taxa anual de crescimento de alunos matriculados apresenta certa estabilidade no período, tanto no curso de mestrado acadêmico quanto doutorado. No entanto, nota-se declínio

das taxas nos períodos de 1998-2002 para o curso de mestrado. E um período mais abrangente de queda para os matriculados em cursos de doutorado: 1998-2004.

As taxas anuais de crescimento de alunos titulados mostraram-se mais instáveis. De 1999-2000, 2003-2004, 2005-2006 e 2009-2010 o declínio foi acentuado nos títulos concedidos a mestres e doutores. O período 2003-2004 registrou uma taxa anual de crescimento negativa (-4,78%) para os mestres titulados. Os períodos 2003-2004 e 2009-2010 registraram uma queda de -0,01% e -0,48% para os doutores titulados.

Tabela 1 - Número de alunos matriculados e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, segundo período de 1998-2012, Brasil, 2014.

Ano	Mestrado acadêmico		Doutorado	
	Matriculados	Titulados	Matriculados	Titulados
1998	49.387	12.351	26.697	3.915
1999	54.792	14.938	29.895	4.831
2000	60.425	17.611	32.900	5.318
2001	62.353	19.651	35.134	6.040
2002	63.990	23.457	37.728	6.894
2003	66.951	25.997	40.213	8.094
2004	69.190	24.755	41.261	8.093
2005	73.805	28.605	43.942	8.989
2006	79.050	29.742	46.572	9.366
2007	84.356	30.559	49.667	9.915
2008	88.295	33.360	52.750	10.711
2009	93.016	35.686	57.917	11.368
2010	98.611	36.247	64.588	11.314
2011	105.240	39.544	71.890	12.321
2012	109.515	42.878	79.478	13.912
Σ	1.158.976	415.381	710.632	131.081

Fonte: MCTI, 2014. Elaborado pelo autor.

A formação de recursos humanos altamente qualificados, no mestrado acadêmico e doutorado, acompanhou a evolução dos programas de pós-graduação. Neste sentido, outra análise que se mostra importante diz respeito à evolução de recursos humanos que atuam em CT&I. Além de explorar possíveis crescimentos, estabilidades e decréscimos no número de profissionais que atuam na área, estudar a evolução quantitativa em pouco mais de uma década (2000-2010) permite compreender a relação entre a formação e absorção desses profissionais pelos setores econômicos.

Brasil: Recursos humanos que atuam em CT&I

A ampliação da pós-graduação brasileira e o crescimento econômico pelo qual o país tem passado nos últimos anos ampliaram a oferta de profissionais na ciência e a demanda por recursos humanos altamente capacitados em atividades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D).

De acordo com a Tabela 2, em 2000 havia o total de 231.158 profissionais (pesquisadores e pessoal de apoio) envolvidos em atividades de P&D nos setores: Governo, Ensino Superior, Empresarial e Privado Sem Fins Lucrativo. Em 2010 este número praticamente dobrou, pois 469.257 profissionais realizavam esta atividade. O setor que mais concentrou esta categoria profissional foi a educação superior, em que a taxa média de crescimento, no período 2000-2010, foi de 10%.

De acordo com o CGEE (2010), para cada conjunto de dez doutores brasileiros, que obtiveram seus títulos no período de 1996-2006 e que estavam empregados no ano de 2008, aproximadamente oito doutores trabalhavam em organizações cuja atividade econômica principal era a educação e um trabalhava na administração pública. Uma grande parte dos indivíduos que obtiveram título de mestrado no Brasil no período de 1996-2009 e que possuíam emprego formal no dia 31/12/2009 de acordo com a RAIS, estava trabalhando em instituições cuja atividade econômica principal era a educação.

Tabela 2 - Número de pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), segundo período de 2000-2010, Brasil, 2014.

Ano	Setores				Total
	Governo	Ensino superior	Empresarial	Privado sem fins lucrativos	
2000	8.691	136.658	86.183	544	231.158
2001	8.299	144.487	80.519	746	232.919
2002	7.903	152.777	75.541	943	235.824
2003	9.035	186.358	71.147	1.153	265.951
2004	10.160	218.498	75.598	1.356	303.483
2005	10.471	238.959	80.482	1.279	328.916
2006	10.778	259.364	76.325	1.195	345.253
2007	11.337	283.704	72.944	1.264	366.597
2008	11.896	308.036	70.204	1.330	388.573
2009	13.043	348.873	67.991	1.403	427.944
2010	14.187	391.222	66.212	1.472	469.257
TMC (%)*	4,56	10,03	-2,37	9,47	6,65

Fonte: MCTI, 2014. Elaborado pelo autor.

*Taxa média de crescimento.

Isto posto, evidencia-se que o ensino superior permaneceu como o maior responsável no período pela absorção destes profissionais. No setor empresarial, por outro lado, houve uma queda no número de pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em P&D, sendo que a taxa média de crescimento registrada no período foi negativa: -2,37%. No entanto, no governo e no setor privado sem fins lucrativos a participação desses profissionais tem sido crescente.

Para o CGEE (2010), uma das razões que contribui para que os doutores geralmente demorem a obter emprego depois de conseguirem seus títulos está associada ao fato de uma grande proporção trabalhar em instituições públicas. O acesso aos quadros funcionais dessas instituições depende de concursos públicos, geralmente processos complexos e demorados, que

seguem periodicidade irregular. O fato de os doutores terem qualificação muito específica e altamente especializada também contribui para a demora na obtenção de oportunidades ou postos de trabalho adequados àquela formação nos demais setores de atividade. Ademais, é comum recém-doutores prolongarem as atividades de P&D ou ensino, que vinham desenvolvendo antes da titulação, ou continuarem a investir em sua formação por intermédio de formas de trabalho que não são formalmente caracterizadas como vínculo empregatício, tais como bolsistas de pós-doutorado, auxiliares de pesquisa, pesquisadores visitantes e professores colaboradores.

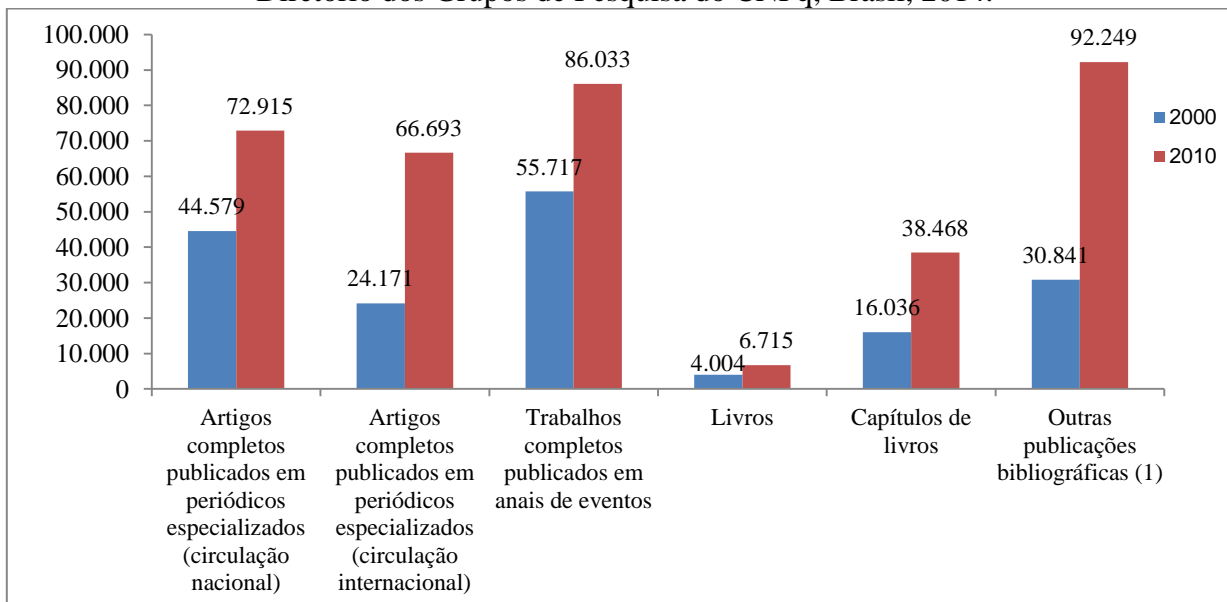
Cabe destacar que as atividades de ensino e pesquisa são paralelas. Até o momento, os dados analisados apresentaram a expansão no número de programas de pós-graduação *stricto sensu* e, também, o crescimento no número de titulados. Esta seção dedicou-se a dar um breve panorama sobre a concentração setorial desses profissionais. Agora, é importante descrever a evolução da produção C&T nacional.

Brasil: Produção científica e tecnológica (C&T)

Em pouco mais de uma década (2000-2010) a produção C&T brasileira passou por grande transformação. As formas de disseminação do conhecimento, como artigos, livros e trabalhos publicados em eventos, aumentaram substancialmente com o passar dos anos.

O Gráfico 2 apresenta uma comparação da produção C&T entre os anos de 2000 e 2010, segundo pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Os artigos completos publicados em periódicos de circulação internacional cresceram 63,56%. No entanto, deve-se destacar o avanço no número de publicações de artigos para além do território brasileiro.

Gráfico 2 - Produção científica nos anos de 2000 e 2010, segundo pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Brasil, 2014.



Fonte: MCTI, 2014. Elaborado pelo autor.

(1) Texto em jornais ou revistas e demais tipos de produção bibliográfica (partitura musical, tradução, etc.).

A publicação de artigos completos em periódicos especializados de circulação internacional cresceu 175,92%. Ademais, merecem destaque a taxa de crescimento da publicação

de capítulos de livros (139,89 %), livros (67,71%) e os artigos publicados em periódicos nacionais (63,56%). O aumento da participação de pesquisadores em outras formas de publicações bibliográficas, com uma taxa de crescimento de 199,11%, denota a popularização da ciência, que tem alcançado destaque em jornais e revistas.

O salto nas publicações de artigos completos em periódicos de circulação internacional já foi retratado em diversos estudos (BORGES, 2010; 2011; GUIMARÃES; AVELLAR, 2010) que analisaram as bases de dados mais empregadas mundialmente para construção de indicadores de produção C&T. São exemplos as bases da Thomson Reuters, presentes na internet através da Web of Science e criadas pelo não mais existente Institute for Scientific Information (ISI). São elas: Science Citation Index Expanded - SCIE, Social Science Citation Index - SSCI e Arts & Humanities Citation Index - A&HCI. Essas bases constituem o maior conjunto multidisciplinar e estruturado de periódicos e artigos, com parcela significativa da publicação mundial em múltiplas áreas científicas. Estão entre as poucas bases que permitem a análise cada vez mais empregada mundialmente das citações feitas pelos artigos indexados na própria base. Há outra importante base de dados multidisciplinar, criada em 2004, com abrangência mundial e que permite analisar as citações: é a base Scopus, produzida pela editora Elsevier. A Scopus recebe crescente atenção, por abranger anualmente maior número de registros bibliográficos do que o conjunto das bases da Web of Science no mesmo ano e por representar uma alternativa consistente à situação hegemônica daquelas bases factíveis de serem empregadas para construção de indicadores anteriormente à sua criação (FAPESP, 2010).

Estudo realizado pela FAPESP (2010) utilizando as bases de dados supracitadas identificou que o aumento no número de citações de publicações científicas tem acompanhado a expansão dos trabalhos publicados. As publicações do Brasil, no período 1998-2002, somavam mais de 100.000 citações; enquanto no período de 2002-2006 as produções científicas receberam mais de 200.000 citações, o que correspondeu a uma taxa média de crescimento de 79,6%.

Outra forma de disseminação do conhecimento com proteção legal às aplicações tecnológicas ou de processos é a patente. O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) apresenta indicadores de patentes residentes e não-residentes. Residente é a patente originária de organizações ou inventor independente que está no próprio país onde o pedido foi requisitado. Enquanto, patente de não-residente é aquela cujo autor é de outro país. A Tabela 3 agrupa o número de pedidos de patentes depositados e patentes concedidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), segundo origem do depositante, 2000-2012.

O número de patentes depositadas de origem nacional (residente) pouco aumentou no período, isto é, a sua taxa média de crescimento foi de 1,49%. As patentes registradas em território nacional por autores naturais de países estrangeiros (não-residentes) passou por aumento expressivo ao longo do tempo, crescendo 80,29%. As patentes concedidas, por outro lado, passaram por uma queda de 51,35%. No ano de 2000, de todas as patentes registradas, 31,17% eram concedidas. Em 2012, este percentual passou para 9,37%. As patentes concedidas a não-residentes foram as que sofreram maior queda percentual, pois a sua taxa média de crescimento foi negativa: -5,79%. Isto pode demonstrar maior rigidez e a normatização nacional nos processos de concessão às patentes.

Apesar dos avanços, Raupp (2010) destaca que o Brasil ainda precisa estabelecer um modelo eficiente de geração de novas tecnologias. Os avanços ainda indicam passos iniciais no caminho da inovação.

Para Borges (2011), o Brasil só se reconhecerá como um país desenvolvido econômico e socialmente quando tiver uma sólida e robusta plataforma não só científica, mas também tecnológica e de inovação.

Embora existente, a evolução tecnológica em território nacional ainda é incipiente quando comparada à grande evolução no campo científico. Nota-se que de algum modo a expansão da pós-graduação e dos recursos humanos por ela qualificados impactou positivamente na produção científica e tecnológica. Desta maneira, cabe a última seção de análise dos dados identificar se as hipóteses levantadas são confirmadas ou rejeitadas descrevendo como e em que intensidade as variáveis se relacionam entre si.

Tabela 3 - Número de pedidos de patentes depositados e patentes concedidas pelo INPI, segundo origem do depositante, período de 2000-2012, Brasil, 2014.

Ano	Depositadas			Concedidas		
	Residente	Não-residente	Total	Residente	Não-residente	Total
2000	6.448	14.191	20.639	1.055	5.379	6.434
2001	6.968	14.506	21.474	696	2.877	3.573
2002	7.053	13.264	20.317	676	3.978	4.654
2003	7.563	12.606	20.169	848	3.719	4.567
2004	7.701	12.729	20.430	524	1.908	2.432
2005	7.355	14.495	21.850	597	2.206	2.803
2006	7.195	15.949	23.144	497	2.245	2.742
2007	7.327	17.514	24.841	392	1.448	1.840
2008	7.736	18.945	26.681	528	2.287	2.815
2009	7.766	18.201	25.967	692	2.452	3.144
2010	7.286	20.855	28.141	666	2.943	3.609
2011	7.766	24.001	31.767	725	3.074	3.799
2012	7.810	25.585	33.395	654	2.476	3.130
Σ	95.974	222.841	318.815	8.550	36.992	45.542

Fonte: MCTI, 2014. Elaborado pelo autor.

A relação entre a evolução no quadro de recursos humanos em CT&I e a produção C&T

Até o presente, o estudo dedicou-se a apresentar a evolução no quadro de recursos humanos em CT&I e na produção C&T nacional. Esta seção, por outro lado, se concentrará no teste das hipóteses através de análises de correlação buscando compreender como e em que intensidade as variáveis se relacionam entre si. Desta forma, o coeficiente de correlação de Pearson (r) foi utilizado para verificar a existência de associação linear entre as variáveis.

Hipótese 1: *A expansão no número de programas de pós-graduação está positivamente correlacionada com o aumento da formação de mestres e doutores.*

O coeficiente de correlação (Pearson) entre programas de mestrado acadêmico/doutorado e mestres/doutores (matriculados e titulados), segundo período de 2000-2010, a um nível de significância de 1%, indicou que a variável “Programas de Doutorado” possui: uma correlação muito forte com a variável “Doutorado matriculados” ($r = 0,930$) e uma correlação forte com a variável “Doutorado titulados” ($r = 0,850$). A variável “Programas de Mestrado acadêmico” possui: correlação muito forte com as variáveis “Mestrado acadêmico matriculados” ($r = 0,973$) e

“Mestrado acadêmico titulados” ($r = 0,976$). Ou seja, a expansão no número de programas de pós-graduação e a evolução do número de mestres e doutores matriculados e titulados estão positivamente correlacionadas.

Hipótese 2: *Há correlação positiva entre a formação de mestres e doutores e a evolução no número de profissionais que atuam em CT&I.*

A Tabela 4 apresenta o coeficiente de correlação (Pearson) entre o número de acadêmicos (mestres e doutores, matriculados e titulados) e o número de profissionais envolvidos em P&D (pesquisadores e pessoal de apoio), segundo setor econômico, no período de 2000-2010.

Os coeficientes de correlação (Pearson) das variáveis “Mestrado Acadêmico e Doutorado (Matriculados e Titulados)” estão positivamente associados às variáveis: “Governo” e “Ensino Superior”, com uma correlação muito forte ($r > 0,9$).

As variáveis “Mestrado Acadêmico e Doutorado (Matriculados e Titulados)” possuem correlação forte com a variável “Privado Sem Fins Lucrativos” ($0,89 < r > 0,7$). A única variável que se mostrou negativamente correlacionada ($-0,89 < r > -0,7$) com as variáveis “Mestrado Acadêmico e Doutorado (Matriculados e Titulados)” foi a “Empresarial”. Isto, por sua vez, demonstra disparidade entre a formação de mestres e doutores e o emprego de profissionais da ciência no setor empresarial.

Tabela 4 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre o número de acadêmicos (mestres e doutores, matriculados e titulados) e o número de profissionais envolvidos em P&D (pesquisadores e pessoal de apoio), segundo setor econômico, 2000-2010, Brasil, 2014.

	Governo	Ensino Superior	Empresarial	Privado Sem Fins Lucrativos
Doutorado matriculados	,973**	,991**	-,835**	,820**
	0	0	0,001	0,002
	11	11	11	11
Doutorado titulados	,927**	,966**	-,836**	,909**
	0	0	0,001	0
	11	11	11	11
Mestrado acadêmico matriculados	,975**	,992**	-,797**	,798**
	0	0	0,003	0,003
	11	11	11	11
Mestrado acadêmico titulados	,921**	,965**	-,848**	,891**
	0	0	0,001	0
	11	11	11	11

** Correlação (Pearson): significativa ao nível 0.01

Nota: A primeira linha apresenta o coeficiente de correlação de Pearson (r); a segunda, o p-valor do teste de significância; a terceira apresenta o número de períodos analisados.

Hipótese 3: *A evolução na formação de mestres e doutores está positivamente correlacionada com o aumento da produtividade C&T.*

Na Tabela 5 consta o coeficiente de correlação (Pearson) entre o número de mestres e doutores titulados e o número de produção C&T, segundo tipo de publicação bibliográfica e

patentes (depositadas e concedidas), de acordo com a origem do depositante, no período de 2000-2010.

Tabela 5 – Coeficiente de correlação (Pearson) entre o número de mestres e doutores titulados e o número de produção C&T, segundo tipo de publicação bibliográfica e patentes (depositadas e concedidas), de acordo com a origem do depositante, no período de 2000-2010, Brasil, 2014.

Publicação bibliográfica						
	Artigos completos publicados em periódicos especializados		Trabalhos completos publicados em anais de eventos	Livros ou capítulos de livro publicados		Outras publicações bibliográficas
	Circulação nacional	Circulação internacional		Livros	Capítulos de livros	
Doutorado titulados	,961*** 0 11	,987*** 0 11	,896*** 0 11	,971*** 0 11	,976*** 0 11	,961*** 0 11
Mestrado acadêmico titulados	,944*** 0 11	,973*** 0 11	,861*** 0,001 11	,958*** 0 11	,964*** 0 11	,936*** 0 11
Patentes						
	Depositadas			Concedidas		
	Residente	Não-residente	Total	Residente	Não-residente	Total
Doutorado titulados	,723** 0,012 11	,792*** 0,004 11	,856*** 0,001 11	-0,561* 0,073 11	-,644** 0,033 11	-,638** 0,035 11
Mestrado acadêmico titulados	,689** 0,019 11	,802*** 0,003 11	,862*** 0,001 11	-0,523* 0,099 11	-0,59* 0,056 11	-0,586** 0,058 11

*** Correlação (Pearson): significativa ao nível 0.01

** Correlação (Pearson): significativa ao nível 0.05

* Correlação (Pearson): significativa ao nível 0.10

Nota: A primeira linha apresenta o coeficiente de correlação de Pearson (r); a segunda, o p-valor do teste de significância; a terceira apresenta o número de períodos analisados.

As variáveis “Doutorado Titulados” e “Mestrado Acadêmico Titulados” estão positivamente correlacionadas com todas as variáveis que dizem respeito às formas de publicação bibliográfica ($r > 0,8$). O mesmo ocorre em relação às patentes depositadas, segundo origem do depositante e total ($r > 0,6$). As patentes concedidas, por outro lado, apresentam correlação

negativa com as variáveis “Doutorado Titulados” e “Mestrado Acadêmico Titulados” ($r > -0,5$). Em outras palavras, o aumento no número de mestres e doutores titulados se correlaciona com as patentes depositadas no Brasil, mas não com as concedidas. Isto ocorre por que o número de mestres e doutores titulados aumentou no período e as patentes concedidas diminuíram.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como propósito investigar a relação entre a evolução no quadro de recursos humanos em CT&I e a evolução da produção C&T nacional. Para tanto, foram utilizados dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2014).

A pesquisa científica brasileira passou por grandes transformações nos últimos anos. Houve expressivo crescimento: no número dos programas de pós-graduação; no número de profissionais envolvidos em P&D; na produção C&T; na produção bibliográfica em geral, mas especialmente nas publicações internacionais; no número de patentes depositadas, mas a queda no número de concedidas.

A expansão no número de programas de pós-graduação e a evolução do número de mestres e doutores matriculados e titulados estão positivamente correlacionadas. Cabe salientar que as instituições de ensino no país e no exterior tornaram-se mais acessíveis para os pós-graduandos brasileiros. Ademais, a expansão na oferta de bolsas e programas com enfoque na qualificação de acadêmicos brasileiros em instituições de excelência no exterior foi fundamental para o avanço na formação de recursos humanos para CT&I.

A tendência de crescimento expressivo dos recursos humanos em CT&I e da produção C&T brasileira já se verificava em estudos anteriores, como os de Balbachevsky (2005), Borges (2010; 2011), CGEE, (2010; 2012) e FAPESP (2010), provavelmente devido ao incremento dos programas de pós-graduação, do número de pós-graduandos e titulados, e da melhor qualificação do corpo docente das universidades.

Entretanto, segundo o CGEE (2010), caso o Brasil queira contar em seu esforço de desenvolvimento com doutores em proporções similares as de países desenvolvidos, ainda será necessário multiplicar por 4,5 ou mais vezes a participação de doutores em sua população.

A formação de mestres e doutores se mostrou positivamente correlacionada com a evolução no número de profissionais que atuam em CT&I, exceto no setor empresarial. De acordo com Fontes (2002), quadros altamente qualificados trazem para a empresa: conhecimento; novos métodos de trabalho, resolução de problemas complexos, redes de contatos profissionais e são orientados para a inovação. No caso particular dos jovens recém-formados trazem ainda entusiasmo e uma abordagem crítica.

Diante dos avanços na formação, conseqüentemente, a produção C&T brasileira tem se popularizado e ganhado importância acadêmica no cenário nacional e internacional. E, redes de cooperação tem se multiplicado nos últimos 20 anos (MENA-CHALCO et al., 2014).

Em relação à produção C&T, constatou-se que todas as formas de publicação bibliográficas cresceram expressivamente em uma década, bem como as citações. No entanto, a formação de mestres e doutores não se mostrou positivamente correlacionada com o registro de patentes. Isto ocorre por que o número de mestres e doutores titulados aumentou no período e as patentes concedidas diminuíram. Embora existente, a evolução tecnológica em território nacional ainda é incipiente quando comparada à grande evolução no campo científico.

Raupp (2010) sugere que embora o Brasil vá bem, em termos gerais, no campo da ciência, o mesmo não se pode dizer o que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias. Nesse

questo, o país continua ocupando posição irrelevante em termos mundiais, enquanto outros países emergentes já ganham destaque. A China, na última década, multiplicou por dez o número de registros no sistema internacional de patentes, atingindo mais de 5% do volume mundial e o 5º lugar no ranking. Na Coreia do Sul, os registros saltaram de 1,5 mil em 2000 para oito mil no ano passado, 5,17% do total. Entre 2005 e 2009, o Brasil praticamente dobrou o seu número de patentes internacionais – passou de 270 para 480 –, o que lhe valeu galgar da 27ª para a 24ª posição no ranking mundial, mas sua participação representa apenas 0,32% das patentes no mundo.

Este estudo se limitou ao uso de dados secundários coletados junto à plataforma virtual do MCTI e de outras publicações. No entanto, isto permitiu atualizar, confrontar os resultados com os de estudos já publicados e incluir novas análises que correspondessem aos objetivos deste estudo.

O avanço brasileiro no desenvolvimento da pós-graduação e na formação de recursos humanos em CT&I ainda deixa a desejar sobre a absorção e pulverização desses profissionais nos diversos setores econômicos. É necessário que se vá além das instituições de ensino e pesquisa, para que o setor empresarial também conte com esses recursos humanos altamente qualificados. Esta parceria somará a geração de novas tecnologias, métodos e processos.

O campo de pesquisas em CT&I carece de estudos que somem novos indicadores e técnicas de pesquisa. Novas pesquisas podem explorar numa perspectiva intraorganizacional a relação entre recursos humanos e produção científica e tecnológica. Ademais, podem ser melhores exploradas as associações de diversas variáveis desses profissionais altamente qualificados – tais como sexo, idade e regionalidade – com a produtividade alcançada. Este nível de detalhamento pode sugerir diretrizes em prol da diversidade na C,T&I.

REFERENCIAS

BALBACHEVSKY, E. A pós-graduação no Brasil: novos desafios para uma política bem-sucedida. In: BROCK, C.; SCHWARTZMAN, S. (Orgs.). **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2005, p. 275-304.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. p. 27839. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 25 jul. 2014.

_____. Portaria Normativa Nº 17, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 dez. 2009. p. 20. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa_17MP.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.

BORGES, M. N. Ciência, tecnologia e inovação. **Rev. Med. Minas Gerais**, v. 20, n. 3, supl. 4, p. 36-45, 2010.

_____. As fundações estaduais de amparo à pesquisa e o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n.89, p. 174-189, mar./mai. 2011.

CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). **Doutores 2010**: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira, Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010a. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/publicacoes/mestres_e_doutores.php>. Acesso em: 24 mar. 2014.

_____. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação**, Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010b. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/publicacoes/formacao_rh.php>. Acesso em: 24 mar. 2014.

_____. **Mestres 2012**: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira, Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/publicacoes/mestres_e_doutores.php>. Acesso em: 24 mar. 2014.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: FAPESP. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo**, São Paulo, p. 04-71, 2010.

GUIMARÃES, J. A.; AVELLAR, S. O. C. CT&I no Brasil: Um balanço da capacitação e desempenho atual do sistema de pós-graduação e de pesquisa. In: CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 15, p. 53-83, 2010.

GUIMARÃES, R. A Diáspora: Um estudo exploratório sobre o deslocamento geográfico de pesquisadores brasileiros na década de 90. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, 2002.

FONTES, M. Papel dos recursos humanos altamente qualificados na promoção da inovação tecnológica. Relatório para o Projeto Inovação Tecnológica e Emprego, Lisboa-Portugal, **INOFOR**, 2002. Disponível em: <<http://conferencia2004.bolseiros.org/mfontes3.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

MCTI (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO). **Banco de Variáveis de Ciência, Tecnologia & Inovação**, 2014. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/6606.html>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

MENA-CHALCO, J. P. et al. Brazilian bibliometric co-authorship networks. **Journal of the American Society for Information Science and Technology (Print)**, 2014.

RAUPP, M. A. Ciência, tecnologia e educação – contribuição da SBPC. In: CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 15, p. 15-26, 2010.