

# Co-autoria e co-invenção: indicadores da colaboração em CT&I no Brasil

Renato Fabiano Matheus

Analista do Banco Central do Brasil. Doutorando em Ciência da Informação na ECI/UFMG. Belo Horizonte, Brasil, [renato.fabiano@bcb.gov.br](mailto:renato.fabiano@bcb.gov.br), <http://www.rfmatheus.com.br>

Samile Andréa de Souza Vanz

Professora assistente do Departamento de Ciências da Informação - FABICO/UFRGS. Doutoranda em Comunicação e Informação - PPGCOM/UFRGS. Porto Alegre, Brasil, [samilevanz@terra.com.br](mailto:samilevanz@terra.com.br)

Ana Maria Mielniczuk de Moura

Professora assistente do Departamento de Ciências da Informação - FABICO/UFRGS. Doutoranda em Comunicação e Informação - PPGCOM/UFRGS. Porto Alegre, Brasil, [ana.moura@ufrgs.br](mailto:ana.moura@ufrgs.br)

## Resumo

Compara indicadores de produção científica (artigos) e de produção tecnológica (patentes) brasileiros, com o objetivo de identificar redes de colaboração e de analisar suas semelhanças e diferenças. Para tanto, faz o mapeamento de co-autoria em publicações científicas, com base em artigos indexados no Institute for Scientific Information (ISI), e de co-invenção em patentes, considerando as patentes depositadas na base do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Os dados analisados compreendem o período entre os anos 2000 a 2004. É adotada a metodologia proposta por Martin Meyer (2004) para análise de indicadores de *output* da produção científica e da produção tecnológica (CT&I). Analisam-se os indicadores de produção das 3 (três) universidades brasileiras que estão entre as 20 (vinte) maiores depositárias de patentes no INPI entre 1990 e 2000: UNICAMP, USP e UFMG. São feitas análises estatísticas descritivas, bem como análise de redes sociais (ARS) no estudo da colaboração e da co-autoria. Os resultados preliminares mostram que o número de registros de patentes, diferentemente do número de publicações acadêmicas, não cresceu de forma consistente no período pesquisado. A comparação das redes de colaboração em ciência e tecnologia, para a instituição responsável pelo maior número de patentes (UNICAMP) em todo o período analisado, mostrou que os inventores com mais de um registro em colaboração também são pesquisadores produtivos na rede de publicações científicas. No entanto, não foi encontrada uma relação positiva entre a colaboração interinstitucional no registro de patentes e o número de patentes registradas; ou seja, a instituição que mais colabora (USP) não é aquela que mais registra patentes (UNICAMP). Mesmo considerando as diferenças entre a produção científica e a produção tecnológica, a metodologia de ARS mostrou-se adequada para a comparação e a análise da colaboração nacional, bem como uma ferramenta poderosa para geração de indicadores de CT&I.

## Palavras-chave

Indicadores científicos; Indicadores de tecnologia; Redes de colaboração; Co-autoria; Co-invenção

# **Co-authorship and co-invention: indicators of collaboration in R&D in Brazil**

## **Abstract**

*This work compares indicators of the Brazilian scientific production based upon academic papers against indicators of the technological production based on patents registered during the period between 2000 and 2004 by selected institutions. The purpose of this research is to detect networks of collaboration and to analyze commonalities and differences between them. Data about co-authorship were obtained from papers indexed by the Institute for Scientific Information (ISI). Networks of co-invention were identified from patents registered in the Brazilian National Institute for Industrial Property (Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI). Most of the methodology applied was earlier proposed by Martin Meyer (2004) for the analysis of output indicator of scientific and technological production. It was analyzed the networks of collaboration of the three most productive Brazilian universities regarding the register of patents in the INPI between 1990 and 2000: UNICAMP, USP and UFMG. Both descriptive statistics and social network analysis (SNA) were applied for study of collaboration in co-authorship and co-invention. Preliminary results show that the patents number does not grow in the consistent way in the period comparing to the number of academic publications. The comparison of the scientific and technological networks of the institution that was responsible for the most patents during the target period (UNICAMP), showed that the most collaborative inventors were also productive researchers in the scientific network. However, a positive relation between inter-institutional collaboration in patents and the number of patents deposited was not found, i.e., the most collaborative institution (USP) is not the more productive considering patents (UNICAMP). Although some differences between science and technology were detected, the SNA methodology proved to be an adequate tool for the analysis of the national collaboration in R&D and for the production of quantitative indicators.*

## **Keywords**

*Scientific indicators; Technology indicators; Collaboration network; co authorship; co-invention*

## Introdução

Patentes e artigos científicos são indicadores de *output* das atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Apesar de algumas diferenças, são muitas as similaridades entre estes dois tipos de indicadores, permitindo que os métodos de análise bibliométrica e de redes, aplicados tradicionalmente à produção científica, possam ser aplicados na análise de patentes. Tanto em patentes como em artigos científicos, a colaboração acontece, uma vez que ela é um dos aspectos característicos da ciência.

A colaboração pode existir de muitas maneiras, sendo a co-autoria de artigos científicos uma das mais usuais. Por ser apenas uma das facetas da colaboração científica, a co-autoria, por si só, não mede a colaboração na sua totalidade e complexidade. Entretanto, a literatura muitas vezes a considera sinônimas e, apesar das limitações que medida co-autoria apresenta, muitos pesquisadores defendem seu uso para investigar a colaboração (SOLLA PRICE, 1976; KATZ; MARTIN, 1997). Em outro campo, a atividade co-inventiva é uma medida menos estudada, com poucos trabalhos realizados visando analisar a colaboração na produção de conhecimento tecnológico, mais especificamente de patentes (MEYER; BATTACHARYA, 2004).

Neste viés, este artigo explora as redes sociais de co-autoria e co-invenção, existentes entre três universidades brasileiras – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade de São Paulo (USP) – buscando identificar e analisar se os autores mais produtivos em ciência também o são em tecnologia e se a ocorrência de colaboração influencia no aumento da produção científica e tecnológica.

A contribuição deste estudo é oferecer um quadro comparativo da produção em ciência e tecnologia das três universidades selecionadas, no período compreendido entre 2000 e 2004 e mostrar a aplicabilidade dos métodos de análise de redes sociais para tal fim.

Quanto à organização do texto, inicialmente se discutem as diferenças entre a produção de publicações científicas e patentes, de forma a embasar a abordagem sobre as diferenças existentes nos padrões de co-autorias e co-invenção. Na seqüência, são expostos os dados analisados, utilizando-se a metodologia de análise de redes sociais (ARS) para exploração das redes de colaboração nacional.

## Metodologia

Com o objetivo de verificar a colaboração individual e interinstitucional na produção científica e tecnológica, partiu-se das seguintes premissas: se os autores mais produtivos em ciência também o são em tecnologia; se existem autores / instituições que se destacam por sua atividade colaborativa. Para se chegar a este objetivo, foram realizadas coletas de artigos científicos e de patentes que subsidiaram estas análises. Analisam-se os indicadores de produção das três universidades brasileiras que estão entre as 20 maiores depositárias de patentes no INPI entre 1990 e 2000: UNICAMP, USP E UFMG (ALBUQUERQUE, 2003, p. 353)

Os dados das patentes foram coletados a partir da base do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)<sup>1</sup>, no período de 01/03/2007 a 31/03/2007. As patentes coletadas foram aquelas depositadas no período compreendido entre os anos 2000 a 2004, sendo que o principal dado observado foram os relativos ao nome das instituições e aos nomes dos inventores, usados na elaboração das redes de colaboração<sup>2</sup>. Com isso, a partir dos dados do INPI, foi possível gerar

---

<sup>1</sup> <http://www.inpi.gov.br>

<sup>2</sup> Inicialmente, pretendia-se analisar os dados das patentes depositadas até o ano 2006. No entanto, não há dados disponíveis para todas as instituições, relativos ao ano de 2006. Além disso, não há dados sobre os inventores na base do INPI no caso de pedidos em processo de andamento, por motivo de sigilo (dezoito meses após a data de

dois tipos de redes de co-invenção, uma gerada a partir dos nomes dos inventores e outra a partir dos nomes das instituições<sup>3</sup>.

A coleta dos artigos científicos foi realizada no período de 01/03/2007 a 31/03/2007, a partir da base de dados Web of Science, produzida pelo Institute for Scientific Information (ISI - Thomsom Scientific)<sup>4</sup>. Para o mesmo período das patentes – 2000 a 2004 – a coleta foi feita através de busca pelo nome das instituições, no campo de endereço disponível na tela de pesquisa da base citada.

Todos os dados coletados foram exportados, filtrados e reorganizados, a fim de serem analisados por meio de softwares de análise (UCINET) (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002) e visualização (Netdraw) de redes sociais<sup>5</sup>.

No caso dos dados sobre artigos, os mesmos foram tratados usando programa escrito em Perl criado especificamente para conversão entre o formato do ISI e do UCINET (DL). Os dados sobre patentes foram tratados inicialmente em planilhas no software Microsoft Excel. Foi necessário abreviar os nomes dos inventores, de forma a compará-los com os autores recuperados no ISI, e também gerar as matrizes de co-invenção. Os registros de patentes e as redes de colaboração científica foram comparados estatisticamente com o uso dos softwares SPSS e Excel.

Foram feitas análises de co-inventor, utilizando-se o nome dos inventores como nome dos nós da rede. Como a coleta foi feita usando a instituição como chave de busca, e não é possível identificar a qual instituição cada inventor está vinculado no registro de patente do INPI, todos os inventores cuja estratégia de busca foi, por exemplo, UNICAMP, foram considerados como sendo daquela instituição. Assim, cada inventor foi considerado como representante daquela instituição, desde que fosse membro da mesma ou tivesse depositado patente em colaboração com membros da instituição em questão.

## **Produção científica, produção tecnológica e colaboração**

Para aplicar os métodos bibliométricos específicos de publicações científicas nas patentes, buscou-se traçar as diferenças existentes entre estes tipos de publicações. Baseados nas diversidades apontadas por Meyer e Bhattacharya (2004), quais sejam: tema, motivação, utilidade, novidade e não-obviedade e definição de patentes e artigos, o quadro, a seguir mostrado, sofreu o acréscimo de algumas categorias. São elas: financiamento, citação e autoria. Salienta-se que as diferenças existentes entre estes tipos de publicações devem ser levadas em conta na aplicação de estudos comparativos, seja de análises de redes, como é o caso deste estudo, seja de outros tipos.

---

registro), motivo para se descartar os dados do ano de 2005. As eventuais ausências de nomes de inventores nos demais dados se devem a pedidos arquivados ou que não atenderam às exigências do INPI.

<sup>3</sup> Como nem todas as patentes têm os nomes dos inventores disponíveis, os dados analisados a partir de uma rede e outra podem apresentar diferenças no número de patentes para a mesma instituição em um dado período.

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/> → <http://portal.isiknowledge.com>

<sup>5</sup> Para detalhes sobre a fundamentação teórica e os cálculos que subsidiam a análise de redes sociais pode-se consultar o excelente manual de Wasserman e Faust (1994). No contexto da análise de informações e de colaboração científica, consultar o trabalho de Matheus e Silva (2006).

Tabela 1 - Número de patentes depositadas por ano / instituição

<i>Item</i>	<i>Característica</i>	<i>Patentes</i>	<i>Artigos científicos</i>
[1]	Assunto	Devem ser classificadas em uma das categorias de assunto previstas pela lei de patentes	Geralmente publicados em periódicos especializados
[2]	Autoria e divulgação	Conferida àquele que registra e protege. Não pode ser divulgada até que se comprove que é possível ser reproduzida em escala industrial	Autoria é creditada ao autor através da publicação de seus resultados numa publicação científica.
[3]	Citação	Não mencionam necessariamente os autores que deram origem à concepção da invenção. Os examinadores de patentes têm um papel muito mais pró-ativo na seleção e na exclusão de citações. Citações servem para conceder ou não a patente / julgamento da validade	Mencionam obrigatoriamente as citações
[4]	Definição	A reivindicação deve ter os limites da invenção claros e definidos	Devem apresentar clareza na metodologia e resultados, para ser aprovado pelos pares quando submetido para publicação e permitir a replicação do estudo.
[5]	Financiamento	Privado (em sua maioria) ou Público	Público (em sua maioria) ou Privado
[6]	Motivação	Proteção da invenção para exploração comercial	Obtenção da prioridade da idéia, busca de prestígio junto aos pares e divulgação do conhecimento.
[7]	Não obviedade	A invenção não pode ser óbvia, a ponto de prescindir do inventor para sua aplicação.	Critério não aplicável
[8]	Estrutura da rede de colaboração	Existência de sub-redes com poucos nós caracterizados por relações duplas e triplas.	Redes bem conectadas, mas com poucos autores sempre responsáveis pela maioria das publicações, como confirmado por estudos que indicam a concentração na autoria (PARREIRAS <i>et al.</i> , 2006) e na citação científica (SOLLA PRICE, 1965).
[9]	Novidade, inovação	A invenção precisa inovar	O artigo científico precisa inovar seja no problema de pesquisa, na metodologia ou na análise dos dados.
[10]	Utilidade	Uma invenção deve ter uma aplicação útil	Critério não aplicável

Fonte: autores, fundamentados em Meyer e Bhattacharya (2004); Fujino (2006) e Meadows (1996)

Abordando especificamente a relação produção científica e tecnológica, Fujino (2006) afirma que é necessária uma análise mais profunda sobre critérios de medição e avaliação de indicadores para possibilitar o estabelecimento de relações adequadas entre produção de pesquisa / artigos científicos e geração de patentes, uma vez que é importante observar que os procedimentos para medição são totalmente diferentes e não há, até o momento, estudos que sustentem a possibilidade de estabelecimento de relação causa-efeito entre tais indicadores.

Entre as diferenças existentes, a autora destaca que a produção de patente pressupõe, necessariamente, o domínio do estado da arte da tecnologia cuja prioridade se quer reivindicar, mas contrariamente à prática da Ciência, cujo autor é reconhecido pelos seus pares a partir da divulgação de seus resultados, na Tecnologia, a autoria de um determinado invento é conferida aquele que o registra e protege e, para tanto, sua idéia não pode ser divulgada até que se comprove que é possível ser reproduzida em escala industrial.

Moura, Caregnato e Rozados (2006) apresentam uma forma de analisar a relação entre a produção científica e a produção tecnológica, a partir da extração das palavras-chave do documento de patente e sua comparação com a produção científica relacionada no currículo da Plataforma Lattes<sup>6</sup>, dos inventores da patente. Este estudo conclui que o conhecimento científico produzido pelos pesquisadores foi extensivamente divulgado em artigos e eventos da área, para depois ser absorvido e adaptado para o documento de patente, demonstrando uma intrínseca relação entre ciência e tecnologia.

Bhattacharya, Kretschmer e Meyer (2003) apresentam uma metodologia para o estudo das interações entre ciência e tecnologia, utilizando citações em patentes e análise de co-palavras. Este trabalho pretendeu delinear os espaços intelectuais na tecnologia de filmes finos, ao buscar conceitos proeminentes em publicações, patentes e suas citações da literatura científica.

São inúmeras as metodologias que vem sendo desenvolvidas e aplicadas para estudar a interação entre ciência e tecnologia através da análise e da relação entre seus indicadores. A co-autoria já vem sendo usada como técnica para analisar a colaboração em ciência. Mais recentemente, a co-invenção tem sido adotada, analogamente, para este fim em relação à tecnologia. A co-autoria e a co-invenção são facetas da colaboração.

A colaboração sugere o trabalho conjunto de indivíduos para atingir um objetivo comum. Para Katz e Martin (1997), a colaboração depende da área e da natureza da pesquisa. Tradicionalmente, trabalhos teóricos produzem artigos com menos autores do que trabalhos experimentais. Colaboração também depende de a pesquisa ser básica ou aplicada. A pesquisa aplicada tende a ser mais interdisciplinar, necessita de diversas habilidades e, portanto, a colaboração é mais usual.

Diversas são as motivações para que a colaboração científica aconteça. Primeiramente, como consequência dos altos custos de equipamentos e instrumentos, os pesquisadores são forçados a trabalhar em colaboração com o objetivo de dividir estes recursos. A necessidade de especialização, especialmente em campos onde a instrumentação é complexa, faz com que a colaboração apareça como uma alternativa para viabilizar a divisão do trabalho entre especialistas. A interdisciplinaridade da ciência solicita pesquisadores oriundos de diversos campos do saber e os avanços mais significativos provêm da fusão de áreas separadas.

Nas conclusões do trabalho de Meyer e Bhattacharya (2004), um número considerável de inventores não está conectado entre si. As relações diádicas (entre dois nós) são particularmente fortes. Mas existem diferenças de enfoque entre a ciência e a tecnologia como pode ser exemplificado pelo fato de que as redes de co-invenção são limitadas muitas vezes à pessoas trabalhando no mesmo laboratório ou empresa. A análise de co-invenção pode compartilhar o conceito básico com a análise de co-autoria, mas os dados de co-invenção exibem características diferentes. O nível de colaboração na tecnologia não alcançou o nível da ciência. Além disso, as redes de co-invenção não se parecem com as redes de co-autoria. Elas são mais diádicas em sua natureza e, portanto, caracterizadas por poucas conexões. Isso se deve em parte porque a co-invenção é um fenômeno mais “intramural” do que a co-autoria (MEYER; BHATTACHARYA, 2004, p. 448), com um padrão de colaboração mais restrito. Por isso, aplicar molduras interpretativas de análises de co-autoria – predominantemente “extramurais” (entre organizações) – para a colaboração tecnológica – principalmente intramural – permanece problemática. Dada a natureza da tecnologia, isso não é uma surpresa e confirmou as expectativas. A tecnologia ainda é gerada predominantemente na indústria onde o regime de conhecimento proprietário domina. A colaboração deve ser esperada dentro das

---

<sup>6</sup> Disponível em <http://lattes.cnpq.br/index.htm>

empresas ou no máximo em alianças estratégicas. Isso pode incluir também e, talvez amplamente, atores acadêmicos. (Meyer e Bhatthacharia, 2004)

## Resultados

A síntese dos dados coletados é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 2 - Número de patentes depositadas por ano / instituição

Ano / Instituição	UFMG	USP	UNICAMP	Média	Desvio padrão
2000	10	8	39	19	17,3
2001	19	8	22	16	7,4
2002	25	17	62	35	24,0
2003	20	23	57	33	20,6
2004	24	19	51	31	17,2
<b>Média</b>	19,6	15,0	46,2	26,9	
<b>Desvio padrão</b>	5,9	6,7	16,0	8,6	

Fonte: autores

O número de patentes depositadas por ano / instituição mostra comportamentos diferentes para as instituições estudadas. No caso da USP, exceto no ano de 2004, quando houve uma pequena diminuição no número de depósitos, ocorreu um aumento consistente no registro de patentes ano a ano. Já no caso da UFMG, apesar da média de depósitos no período ser maior do que a da USP (19,6 contra 15), os dados mostram uma estabilização nos anos de 2001 a 2004. Finalmente, a UNICAMP, após um grande salto no número de depósitos de 2001 para 2002, vem experimentando estabilidade com um número em torno de 60 patentes por ano.

A Figura 1 reproduz os dados acima em forma de gráfico:

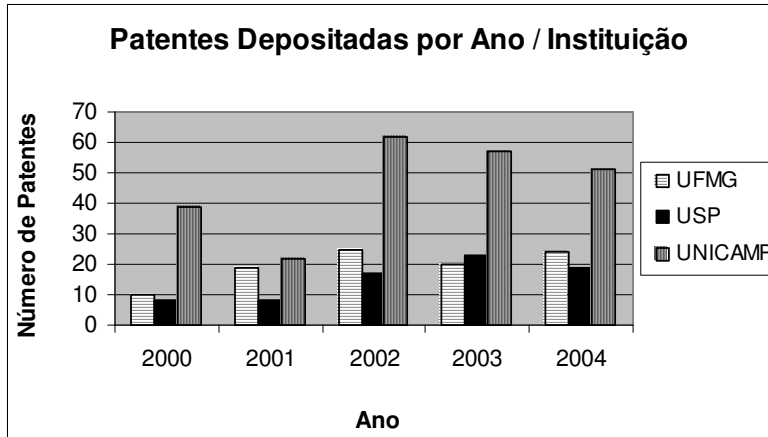


Figura 1 – Patentes Depositadas por Ano / Instituição

Fonte: autores

A Tabela 3 apresenta a média de inventores por patente e o percentual de patentes sem inventores associados, separadamente por ano e instituição (C/A %):

Tabela 3 - Número de patentes depositadas por ano / instituição, com e sem autores associados

Instituição	UFMG				USP				UNICAMP			
	Qtd. patentes (A)	Inventores /patente (B)	Sem inventor (C)	C/A %	Qtd. patentes (A)	Inventores /patente (B)	Sem inventor (C)	C/A %	Qtd. patentes (A)	Inventores /patente (B)	Sem inventor (C)	C/A %
2000	10	3,6	3	30%	8	2,4	1	13%	39	2,7	2	5%
2001	19	3,1	1	5%	8	2,0	1	13%	22	2,6	0	0%
2002	25	2,5	3	12%	17	2,1	2	12%	62	2,7	3	5%
2003	20	3,1	2	10%	23	2,6	4	17%	57	2,9	3	5%
2004	24	3,3	6	25%	19	2,3	3	16%	51	3,5	11	22%
<b>Média</b>	19,6	3,1	3,0	15,3%	15,0	2,3	2,2	14,7%	46,2	2,9	3,8	8,2%
<b>Desvio padrão</b>	5,9	0,4	1,9	10,5%	6,7	0,2	1,3	2,5%	16,0	0,4	4,2	8,2%

Fonte: autores

A próxima tabela destaca a quantidade média e o percentual de patentes sem inventores em todo período, agrupados por instituição.

Tabela 4 - Quantidades médias de patentes com e sem inventores, ano a ano

Instituições agrupadas / Ano	PATENTES		INVENTOR		SEM INVENTOR		
	Qtd. média (A')	Desvio padrão	Qtd. média (B')	Desvio padrão	Qtd. média (C')	Desvio padrão	C/A' %
2000	19	17,3	2,9	0,6	2,0	1,0	10,5%
2001	16	7,4	2,6	0,6	0,7	0,6	4,1%
2002	35	24,0	2,4	0,3	2,7	0,6	7,7%
2003	33	20,6	2,8	0,3	3,0	1,0	9,0%
2004	31	17,2	3,0	0,6	6,7	4,0	21,3%
<b>Média</b>	26,9		2,7		3,0		11,1%
<b>Desvio padrão</b>	8,6		0,3		2,2		6,5%

Fonte: autores

A figura a seguir mostra a rede de colaboração institucional no ano de 2003, elaborada com base no atributo "instituição" oriundo dos dados dos registros do INPI. Percebe-se um destaque para a FAPESP, enquanto colaboradora da USP, o que se repete para todo o período analisado (2000 a 2004). Não foram encontradas colaborações entre as instituições alvo da pesquisa (UFMG, UNICAMP, USP), o que também ocorre em todo o período.

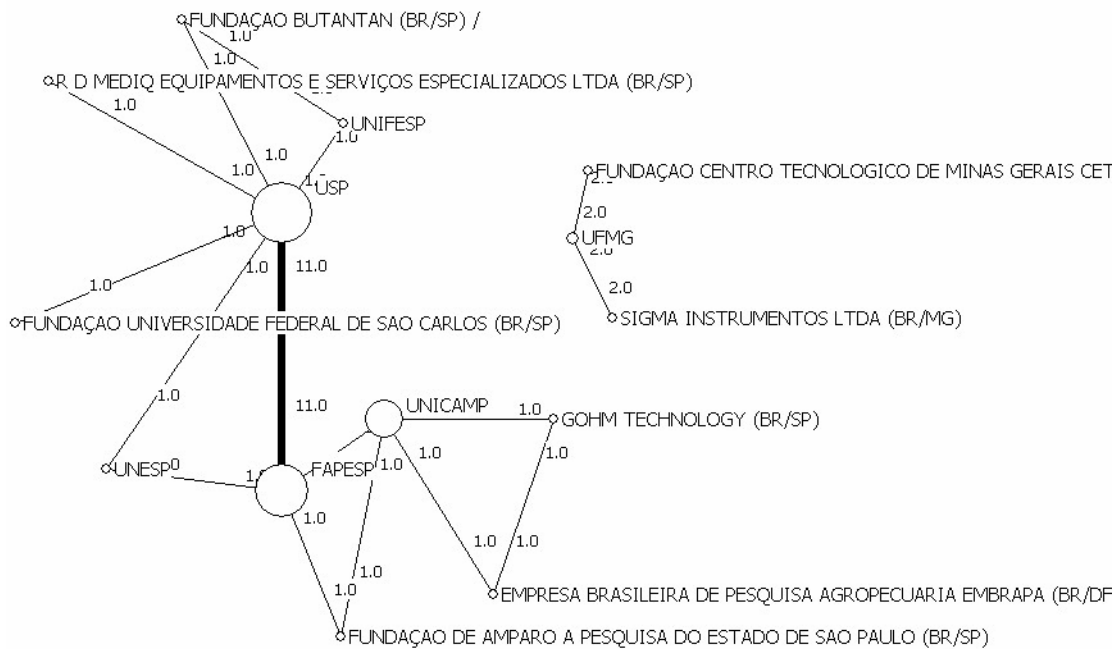


FIGURA 2 – Rede de colaboração institucional de patentes depositadas em 2003<sup>7 8</sup>  
 Fonte: autores

Os números nos laços entre as instituições identificam o número de patentes em colaboração. A soma de tais números, para cada instituição, resulta no grau de centralidade da mesma. A tabela a seguir mostra o grau de centralidade absoluto e percentual dos laços, ano a ano, por instituição. Foram selecionadas as seis instituições com maior centralidade de grau acumulada em todo o período. É interessante verificar como a colaboração entre a USP e a FAPESP fica evidente nesta tabela, destacando um resultado que não é intuitivo *a priori*, principalmente considerando que a maior depositária de patentes entre as instituições alvo da pesquisa é a UNICAMP (ver Tabela 2). Ou seja, não se confirmou a hipótese de que a instituição com maior colaboração interinstitucional seria a maior depositária de patentes. Deve-se destacar que registros sem colaboração institucional não têm impacto nos dados a seguir.

<sup>7</sup> Uma instituição que merece destaque na figura é a FAPESP, que aparece com denominações diferentes. Tal caso exemplifica um problema que ocorre na base de dados do INPI, de forma recorrente, com essa e outras instituições.

<sup>8</sup> O tamanho dos nós varia de acordo com o grau de intermediação.



O número de colaboradores por patente é mostrado, ano a ano, agrupado para todas as instituições, na tabela abaixo.

Tabela 6 - Número de inventores por patente no ano

Ano	2000		2001		2002		2003		2004		2000-2004	
	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	Total	%
1	7	18,4%	10	21,3%	21	21,9%	11	12,4%	9	11,8%	58	16,8%
2	12	31,6%	11	23,4%	33	34,4%	35	39,3%	29	38,2%	120	34,7%
3	9	23,7%	15	31,9%	24	25,0%	22	24,7%	16	21,1%	86	24,9%
4	5	13,2%	9	19,1%	10	10,4%	10	11,2%	7	9,2%	41	11,8%
5	3	7,9%	1	2,1%	7	7,3%	3	3,4%	3	3,9%	17	4,9%
6	0	0,0%	1	2,1%	1	1,0%	5	5,6%	7	9,2%	14	4,0%
7	1	2,6%	0	0,0%	0	0,0%	2	2,2%	2	2,6%	5	1,4%
8	1	2,6%	0	0,0%	0	0,0%	1	1,1%	3	3,9%	5	1,4%
<b>Total</b>	38	100,0%	47	100,0%	96	100,0%	89	100,0%	76	100,0%	346	100,0%

Fonte: autores

Nota: *P* = número de patentes com *n* Inventores.

Ao contar o número de patentes / artigos com apenas um inventor / autor (comparar tabela acima e tabela abaixo), verifica-se que o percentual de artigos com um único autor é muito menor do que o percentual de patentes com um único inventor. Tal fato indica o processo de publicação científica com um grau maior de colaboração do que o registro de patentes (ver item [8] da Tabela 1).

Tabela 7 – Percentual de artigos com autoria única e múltipla

Instituição	UFMG			USP			UNICAMP			Total		
	<i>A</i>	%=1	%>1	<i>A</i>	%=1	%>1	<i>A</i>	%=1	%>1	<i>A</i>	%=1	%>1
2000	696	6,6	93,4	587	2,4	97,6	1277	5,7	94,3	2560	5,2	94,8
2001	741	3,9	96,1	483	1,9	98,1	1319	4,5	95,5	2543	3,9	96,1
2002	829	3,7	96,3	681	2,1	97,9	1510	3,5	96,5	3020	3,2	96,8
2003	873	3,7	96,3	508	2,6	97,4	1549	3,2	96,8	2930	3,2	96,8
2004	846	4,3	95,7	639	2,5	97,5	1538	2,7	97,3	3023	3,1	96,9
<b>TOTAL</b>	3985			2898			7193			14076		

Fonte: autores

Nota: *A* = número de artigos; %=1 indica percentual de artigos com único autor e %>1 indica percentual de artigos com mais de um autor

A análise do número de patentes / artigos e do número de inventores / artigos ano a ano, por instituição alvo, indica que a produção tecnológica não segue o mesmo ritmo da produção científica, no caso da presente pesquisa. Enquanto os dados de produção de artigos seguem um crescimento linear, ano a ano, para a UFMG e a UNICAMP (ver  $R^2$  na Tabela 8), os dados sobre patentes não tem um bom ajuste em nenhum caso (Tabela 9).

Tabela 8 - Produção de artigos e número de autores por ano / instituição

Instituição	UFMG		UNICAMP		USP	
	Artigos	Autores	Artigos	Autores	Artigos	Autores
2000	696	2016	1277	3165	587	1811
2001	741	2232	1319	3324	483	1626
2002	829	2463	1510	3874	681	2227
2003	873	2663	1549	4049	508	1880
2004	846	2808	1538	4816	639	2488
<b>Total</b>	<b>3985</b>	<b>12182</b>	<b>7193</b>	<b>19228</b>	<b>2898</b>	<b>10032</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	0,828	0,994	0,837	0,943	0,059	0,539
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,771	0,991	0,782	0,924	-0,255	0,386

Fonte: autores

Tabela 9 - Registro de patentes e número de inventores por ano / instituição

Instituição	UFMG		UNICAMP		USP	
	Patentes	Inventores	Patentes	Inventores	Patentes	Inventores
2000	7	25	37	69	7	17
2001	18	46	22	50	7	13
2002	22	50	59	125	15	29
2003	18	51	54	120	19	46
2004	18	55	40	103	18	34
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>227</b>	<b>212</b>	<b>467</b>	<b>66</b>	<b>139</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	0,381	0,753	0,168	0,445	0,845	0,635
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,174	0,670	-0,110	0,260	0,793	0,513

Fonte: autores

Nota: esta análise considera apenas as patentes que têm inventores associados, e desconsidera aquelas que estão associadas apenas às instituições. As quantidades totais por ano desta tabela e da Tabela 6 diferem pois neste caso foram consideradas todas as patentes coletadas, enquanto naquele apenas as patentes cujo nome do inventor estava registrado.

A figura a seguir representa os dados da produção científica para o período analisado:

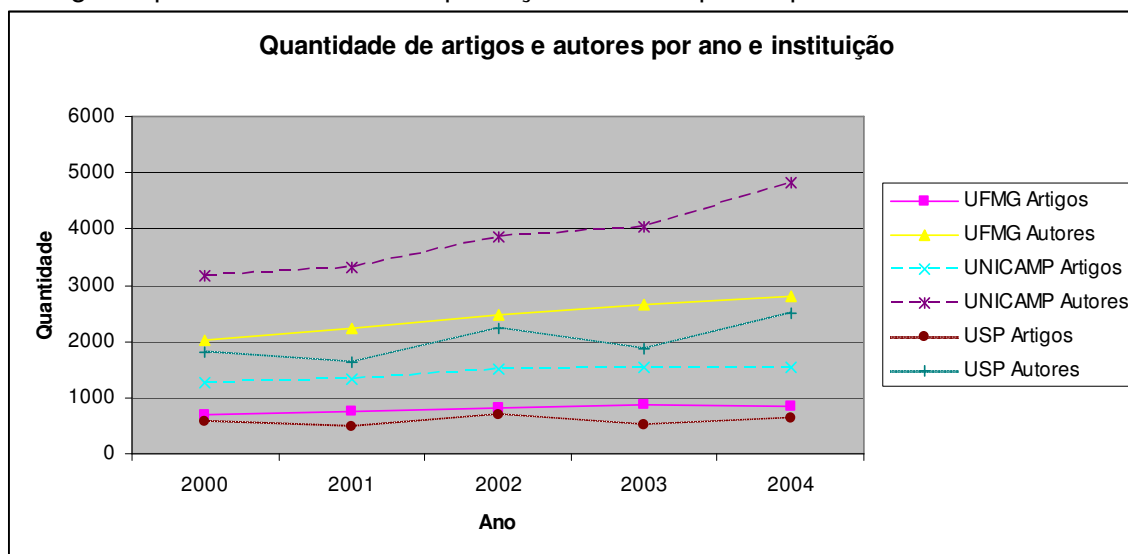


Figura 4 – Produção de artigos e quantidade de autores por ano / instituição

Fonte: autores

Por outro lado, é possível identificar inventores que são também autores. Neste caso, adotou-se a seguinte estratégia: foi escolhida a UNICAMP, por ser a instituição com o maior número de patentes; selecionaram-se aqueles inventores com mais de uma patente; esses foram localizados na rede de artigos para a mesma instituição, separadamente por ano. A figura e a tabela a seguir mostram, respectivamente, a sub-rede do ano de 2003 que serviu de base para a seleção do referido ano e os resultados agregados para todo o período selecionado.

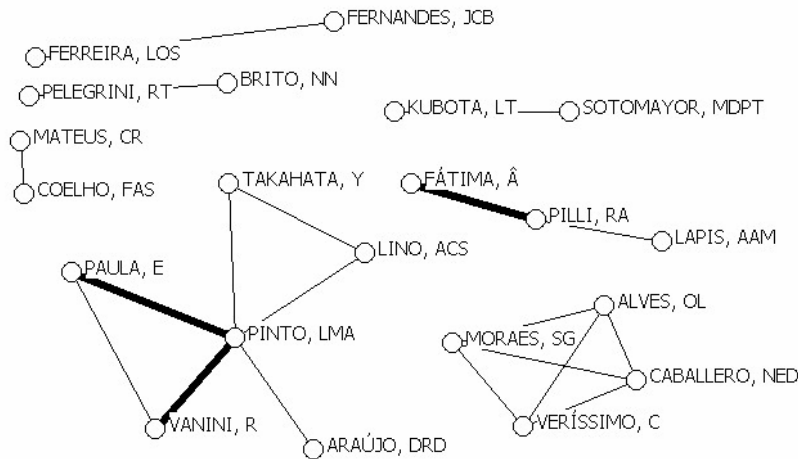


FIGURA 5 – Sub-rede de inventores com mais de uma patente pela UNICAMP em 2003  
Fonte: autores

Destaca-se que no caso da rede completa de colaboração em patentes para cada instituição por ano, sempre se verificou uma rede pouco conectada, com diversas sub-redes isoladas, em contraposição às redes com um único ou poucos componentes característicos da colaboração em artigos.

Tabela 10 - Inventores-pesquisadores mais produtivos da UNICAMP entre 2000 e 2004

<b>Ano</b>	<i>Inventores com mais de uma patente (P)</i>	<i>Inventores com artigos (A)</i>	<i>(P/A) %</i>	<i>Artigos em co-autoria (total)</i>	<i>Artigos em co-autoria (média)</i>
2000	10	6	60,0%	28	4,7
2001	0	0	0,0%	0	0,0
2002	18	10	55,6%	101	10,1
2003	22	9	40,9%	87	9,7
2004	13	1	7,7%	7	7,0

Fonte: autores

Não se deve ignorar que a forma como os dados acima foram gerados produzem tendências em função de haver sido pré-selecionada uma única instituição de interesse, sabidamente com alta produtividade, para comparação da produção científica e tecnológica. Além disso, todos os autores e pesquisadores que escreveram em parceria com outra pessoa que fosse da instituição selecionada foram tratados como sendo membros daquela instituição (i.e., a distância geodésica entre a pessoa e uma pessoa da instituição selecionada é 0 ou 1). Por outro lado, só foram selecionados inventores e autores com nomes cuja grafia é exatamente

igual, o que pode ter inibido a seleção de alguns nomes em função de diferentes padrões de registro dos sistemas do ISI e do INPI<sup>9</sup>.

## Considerações Finais

As produções científica e tecnológica, no que diz respeito à análise da colaboração em publicações e patentes, são passíveis de serem estudadas por métodos de modelagem matemática similares. No entanto, a análise dos resultados indica que nem sempre os processos de produção estão relacionados de forma direta, pelo fato do crescimento da publicação de artigos por autores não ser seguido pelo comportamento do registro de patentes, como exemplificado neste trabalho.

A hipótese inicial de que a instituição com maior colaboração interinstitucional seria a maior depositária de patentes não se confirmou. Por outro lado, tal fato corrobora a caracterização da colaboração tecnológica como um processo “intramural” (MEYER; BATHACHARYA, 2004, p. 448)

A adoção de métodos de análise de redes sociais permite um nível de detalhamento e visualização que não é possível utilizando-se métodos estatísticos tradicionais. Tal caso, neste trabalho, é exemplificado pela detecção do papel desempenhado pela FAPESP como parceira institucional da USP no registro de patentes. Informações como centralidade e força dos laços, bem como a possibilidade de visualização, provêm informações relevantes para a análise da colaboração.

A disponibilidade de bases de dados *on-line*, como é o caso da base do INPI e da base Web of Science, possibilita análises abrangentes. O recurso de exportação de dados para arquivos texto que existe no ISI, facilita em muito o trabalho de análise. Em oposição, o INPI permite apenas acesso interativo aos dados e cobra para que os pesquisadores possam receber arquivos eletrônicos resultados de consultas selecionadas. Outra dificuldade com os dados, neste caso tanto do ISI quanto do INPI, é a impossibilidade de se associar cada autor a uma instituição, bi-univocamente. Finalmente, as diferentes formas de se escrever o nome de uma pessoa ou instituição, seja por erro ou convenção, dificulta – e muitas vezes impossibilita – a associação de elementos de diferentes redes, como exemplificado neste trabalho pela análise de inventores-autores da UNICAMP.

Ademais, um estudo quantitativo como o presente pode apoiar a elaboração de políticas públicas de fomento, desde que acompanhados por estudos qualitativos e entrevistas de profundidade. Tais estudos são necessários para se responder questões como: Por que a FAPESP estabelece muito mais parcerias com a USP do que com a UNICAMP? Por que a FAPEMIG não estabelece parcerias com a UFMG na mesma medida que a FAPESP faz com a USP? Por que as parcerias com as principais universidades brasileiras, ora são com instituições privadas, ora com instituições públicas, mas quase nunca com os dois tipos de entidades simultaneamente?

Trabalhos futuros devem incluir análises adicionais, como exemplificado por análises longitudinais da rede e estimativa de parâmetros para previsão de comportamento futuro.

## Agradecimentos

---

<sup>9</sup> Os nomes do INPI foram abreviados pelos autores, tendo sido tratados os casos de sobrenomes compostos. Entretanto, o mesmo tratamento não foi dado para os registros do ISI devido a extensão dos mesmos. Por exemplo, o nome “MARSAIOLI JUNIOR A” constante no INPI em 2002 consta como MARSAIOLI AJ no ISI no mesmo ano. Tal inventor/autor não foi considerado a mesma pessoa.

Agradecemos ao colega Leandro Grehs Leite pelo apoio no tratamento dos dados de co-invenção.

## Referências

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta e. **Patentes e atividades inovativas: uma avaliação preliminar do caso brasileiro**. IN: VIOTTI, Eduardo Baumgratz; MACEDO, Mariano de Matos (Org). Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Campinas: Unicamp, 2003. p. 329-376.

BHATTACHARYA, Sujit, KRETSCHMER, Hildrun, MEYER, Martin. Characterizing intellectual spaces between science and technology. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p.369-390, 2003.

BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G.; FREEMAN, L.C. Ucinet for Windows: software for social network analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

BUAINAIN, Antônio Márcio. O Desafio da Inovação: o conhecimento como base para o desenvolvimento nacional. **Jornal da Ciência**, 10 de janeiro de 2003. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=7133>> Acesso em: 25 de jul. 2006.

FUJINO, A. Avaliação dos Impactos da Produção Científica na Produção Tecnológica. In: POBLACION, Dinah Aguiar, WITTER, Geraldina Porto, SILVA, José Fernando Modesto da. (Orgs.). **Comunicação e Produção Científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. p.371-386.

KATZ, J.S.; MARTIN, B.R. What is research collaboration? **Research Policy**, n. 26, p. 1-18, 1997.

MATHEUS, Renato Fabiano; SILVA, Antonio Braz de Oliveira e. **Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação**. DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação, v. 7, n. 2, 2006. Disponível em: <[http://www.dgz.org.br/abr06/Art\\_03.htm](http://www.dgz.org.br/abr06/Art_03.htm)>. Acesso em: 18/5/2007.

MEYER, Martin; BHATTACHARYA, Sujit. Commonalities and differences between scholarly and technical collaboration. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 61, n. 3, p. 443-456, 2004.

MOURA, Ana Maria Mielniczuk de; CAREGNATO, Sônia Elisa; ROZADOS, Helen Beatriz. Interações entre Ciência e Tecnologia: análise da produção intelectual dos pesquisadores-inventores da primeira carta-patente da UFRGS. **Encontros BIBLI**: Revista eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, n.22, 2. semestre de 2006. Disponível em: <http://www.encontros-bibli.ufsc.br/>. Acesso em: 22 fev. 2007.

PARREIRAS, Fernando Silva; SILVA, Antonio Braz de Oliveira; MATHEUS, Renato Fabiano; BRANDÃO, Wladimir Cardoso. **RedeCI: colaboração e produção científica em ciência da informação no Brasil**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 11, n. 3, p. 302-317, 2006.

SOLLA PRICE, Derek J. de. **Networks of scientific papers: the pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front**. Science, v. 149, n. 3683, julho, 1965.

SOLLA PRICE, Derek J. de. **O Desenvolvimento da Ciência**: Análise histórica, filosófica, sociológica e econômica. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976. 73 p.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social Network Analysis: methods and applications**. In: Structural analysis in social the social sciences series. Cambridge: Cambridge University Press, (1994) 1999. v. 8. 857 p.