

Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal

Rogério Mugnaini

Pesquisador da Bireme, estatístico pela Unicamp, mestre em biblioteconomia e ciência da informação pela PUC-Campinas, doutorando em ciências da comunicação, área de concentração em Ciência da Informação na ECA/USP.
E-mail: rogerio@bireme.br

Paulo Jannuzzi

Professor convidado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da PUC-Campinas e da ENCE/IBGE, doutor em demografia/Unicamp.
E-mail: pjannuzzi@mpc.com.br

Luc Quoniam

Diretor do Cendotec (Centro Franco-Brasileiro de Documentação Técnica e Científica), professor titular da Université Aix-Marseille III, doutor em Sciences de l'information et de la communication/ Université Aix-Marseille III
E-mail: quoniam@cendotec.org.br

Resumo

As atividades de produção de indicadores quantitativos em ciência, tecnologia e inovação vêm se fortalecendo no país na última década, com o reconhecimento da necessidade, por parte dos governos federal e estaduais e da comunidade científica nacional, de dispor de instrumentos para definição de diretrizes, alocação de investimentos e recursos, formulação de programas e avaliação de atividades relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico no país. Este trabalho insere-se dentro deste contexto, ao apresentar e analisar os indicadores bibliométricos da produção científica e tecnológica de pesquisadores brasileiros ao longo dos anos 90, computados a partir de uma base bibliográfica internacional e multidisciplinar – a Pascal francesa. A análise dos indicadores aqui apresentados mostra que o aumento da produção científica brasileira foi expressivo nos últimos 20 anos, assim como sua internacionalização. Ampliou-se a parceria de pesquisadores brasileiros com de outros países, nos EUA, Europa e também na América do Sul. Embora ainda fortemente concentrada em São Paulo e Rio de Janeiro, a participação da produção científica de pesquisadores de outros estados tem crescido significativamente, especialmente de Minas Gerais.

Palavras-chave

Indicadores em ciência e tecnologia; Bibliometria; Produção científica; Brasil; ISIS; Idams.

Bibliometric indicators of the Brazilian scientific production: an analysis from Pascal base

Abstract

The production of Science, Technology and Innovation indicators has been growing in Brazil in the last decade with the acknowledgement, by Federal and state governments and by the national scientific community, of their uses on policy making in these areas, as tools that may help to define priorities, allocation of investments and human resources, program formulation and evaluation. This paper aims to contribute to that, bringing an analysis based on bibliometric indicators of Brazilian researchers' production on Science and Technology over the nineties, computed from an international and multidisciplinary bibliographical source: Pascal. The analysis of the indicators presented in this paper shows that the increase of the Brazilian scientific production was expressive in last the 20 years, so as its internationalization. It has been growing partnership of Brazilian researchers with other countries, in U.S.A., Europe and also in the South America. Although it is concentrated in São Paulo and Rio de Janeiro, the scientific production of researchers of other states has been also growing, notably from Minas Gerais State.

Keywords

Indicators on science and technology; Bibliometrics; Scientific production; Brazil; ISIS; Idams.

INTRODUÇÃO

As atividades de produção de indicadores quantitativos em ciência, tecnologia e inovação vêm se fortalecendo no país na última década, com o reconhecimento da necessidade, por parte dos governos federal e estaduais e da comunidade científica nacional, de dispor de instrumentos para definição de diretrizes, alocação de investimentos e recursos, formulação de programas e avaliação de atividades relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Tal como se passou com o desenvolvimento do sistema de produção de estatísticas econômicas no país na década de 1970 e de indicadores sociais no decênio seguinte, é ao longo dos anos 90 que se presencia a estruturação de um sistema integrado, articulado e mais amplo de estatísticas e indicadores em CT&I, sob coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e beneficiado por iniciativas de diversas agências de fomento à pesquisa. A relevância e a atualidade em dispor de estatísticas e indicadores na área no país podem ser evidenciadas pelo destaque às questões relacionadas à mensuração de esforços em CT&I no *Livro Verde* e na Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em 2001, pela estruturação de uma série de informações e indicadores em CT&I dentro do sítio do MCT*, pela publicação do relatório "Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Estado de São Paulo" pela Fapesp (2001), ou ainda pela realização da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) pelo IBGE.

Este trabalho insere-se nesse contexto, ao apresentar e analisar os indicadores bibliométricos da produção científica e tecnológica de pesquisadores de instituições brasileiras ao longo dos anos 90, computados a partir de uma base bibliográfica internacional – a Pascal francesa. Essa fonte é uma das poucas bases multidisciplinares com elevado grau de representatividade da produção científica realizada nos países desenvolvidos – com ou sem a parceria de pesquisadores brasileiros –, além daquelas disponibilizadas pelo Institute for Scientific Information por meio da *Web of Science*.

* Ver www.mct.gov.br/estat .

O texto está estruturado em três seções principais. Primeiramente, faz-se uma breve apresentação acerca da especificidade e importância dos indicadores bibliométricos em um sistema de indicadores em CT&I. Em seguida, apresenta-se a metodologia de extração e computação dos indicadores bibliométricos a partir da base bibliográfica Pascal. Por fim, apresenta-se a análise propriamente dita da produção científica brasileira ao longo dos anos 90, discriminando a produção segundo países de publicação, idioma, área de conhecimento e estados brasileiros das instituições de afiliação dos pesquisadores.

OS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS EM SISTEMAS DE INDICADORES EM CT&I

Para Holbrook (1992), ciência e tecnologia apresentam dimensões que podem ser medidas por indicadores, dos quais se esperam obter informações relevantes, não dedutíveis de forma trivial e inteligíveis para não-acadêmicos. Assim, indicadores de C&T são medidas quantitativas que buscam representar conceitos muitas vezes intangíveis dentro do universo do fazer da ciência e da tecnologia, tais como volume de investimentos em C&T em relação ao PIB, a proporção de profissionais de nível superior no mercado de trabalho, a quantidade de mestres e doutores titulados, coeficientes técnicos de pesquisadores por 100 mil habitantes e artigos publicados em periódicos científicos (Velho, 1990 e 1998). Mais precisamente, um indicador em C&T é, em analogia a um indicador social ou econômico, uma medida em geral quantitativa usada para substituir, quantificar ou operacionalizar dimensões relacionadas à avaliação do processo e grau de desenvolvimento científico e tecnológico (Jannuzzi, 2002).

Os indicadores de ciência e tecnologia tradicionalmente integravam os sistemas de indicadores econômicos, pela forte correlação entre gastos em C&T e expansão do produto interno bruto, ganhando nas últimas décadas maior relevância e autonomia. Tal configuração resulta de uma evolução histórica na forma de entender a cadeia de produção do conhecimento científico e tecnológico. Ruivo (1994) observa que, em uma primeira fase, no pós-guerra, procurava-se dimensionar o esforço em C&T por meio de indicadores de *input* (insumo) como volumes de investimento em pesquisa científica e tecnológica. A partir dos anos 1960, os indicadores de *output* (resultados) começam a ser utilizados, dada a necessidade de se dispor de medidas que permitissem os tomadores de decisão avaliar o retorno dos investimentos aplicados (White & McCain, 1989).

É nesse contexto que surge a cienciometria, chamada por Price (1963) “ciência das ciências”, por estudar a evolução, a quantificação do esforço, o comportamento e o impacto social das ciências, abrangendo o sistema de pesquisa como um todo, representado por indicadores de *input* e indicadores de *output*, a fim de buscar associações de causas e efeitos dentro do sistema*. Na cienciometria, os indicadores bibliométricos, isto é, medidas quantitativas baseadas na produção bibliográfica realizada por pesquisadores e seus grupos de pesquisa, têm um papel de destaque e passam a ter importância crescente dentro de sistemas nacionais de indicadores em C&T. Tal fato decorre da natureza intrínseca desses indicadores, na cadeia de produção do conhecimento em C&T, de fornecer uma medida quantitativa – não necessariamente a mais válida ou precisa, vale observar – dos resultados concretos e potenciais dos recursos financeiros investidos e recursos humanos alocados em pesquisa. Como indicadores de resultado, os indicadores bibliométricos são medidas para se avaliar a produtividade de comunidades científicas, a eficácia de um programa em C&T ou a efetividade/impacto da pesquisa na própria ciência ou para o desenvolvimento econômico e social de um país (Prat, 1998; Garfield, 1995).

Os indicadores bibliométricos cumprem a finalidade de apontar os resultados imediatos e efeitos impactantes do esforço destinado à C&T, constituindo-se, na terminologia corrente no campo da formulação e avaliação das políticas públicas, em **indicadores-produto** e, em algumas situações, medidas de **impacto** das políticas (Jannuzzi, 2002). Indicadores bibliométricos são **indicadores-produto** (ou ainda indicadores de eficácia) quando se referem a resultados mais imediatos das políticas com a produção de artigos em C&T ou número de patentes. São **indicadores de impacto** (ou indicadores de efetividade social) quando se referem a desdobramentos mais a médio prazo ou a efeitos mais abrangentes e perenes do fomento às atividades de C&T, como o Fator de Impacto de Publicações e outras medidas – não bibliométricas – como a Taxa de Inovação Tecnológica, o Balanço de Pagamentos Tecnológico, o grau de apropriação de tecnologia nacional na produção de medicamentos, na Saúde Pública, no desenvolvimentos de novos materiais para construção de moradias etc. (quadro 1).

* A bibliometria estaria então inserida na cienciometria, “que nasce na confluência da documentação científica, a sociologia da ciência e a história social da ciência, com objetivo de estudar a atividade científica como fenômeno social e mediante indicadores e modelos matemáticos” (Bordons; Zulueta, 1999, p. 791).

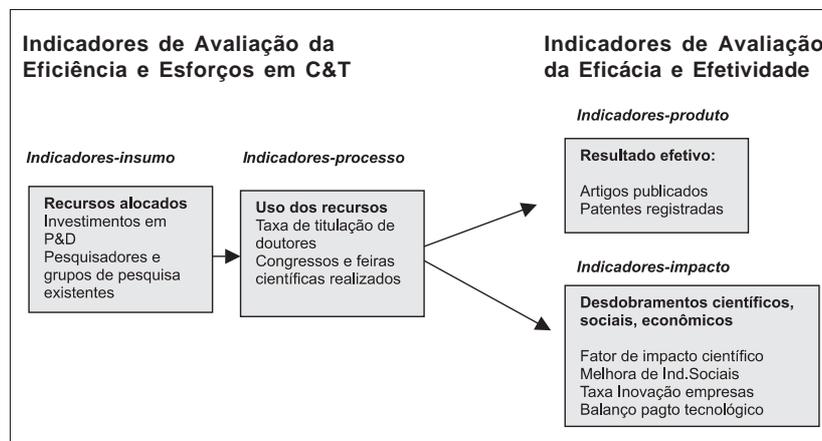
Indicadores bibliométricos são instrumentos complementares em um Sistema de Indicadores em C&T, que compreende também os indicadores clássicos voltados à avaliação do esforço de fomento (**indicadores-insumo**) e das estratégias de utilização desses recursos financeiros e institucionais em C&T (**indicadores de processo**). Como indicadores de insumo em CT&I pode-se relacionar os investimentos públicos e privados em pesquisa em CT&I, o número de institutos, universidades e grupos de pesquisa existentes, enfim os recursos financeiros e institucionais para desenvolvimento da pesquisa. Como indicadores de processo, isto é, como medidas de monitoramento da alocação dos recursos em CT&I, pode-se citar a taxa de titulação de doutores, matrículas em cursos de pós-graduação, realização de congressos e exposição científicas, além dos resultados tangíveis dos programas desenvolvidos.

Se computados dentro do rigor metodológico devido, se interpretados a partir das especificidades e práticas de produção bibliográfica de cada área de conhecimento e se entendidos dentro de suas limitações, os indicadores bibliométricos são úteis e importantes para se entender o ciclo de gestação, reprodução e disseminação da ciência e o aprimoramento da política científica e tecnológica nacional.

COMPUTAÇÃO DOS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS A PARTIR DA BASE PASCAL

Em que pese sua importância, a produção de indicadores bibliométricos mais representativos só se tornou uma realidade concreta nas últimas décadas do século XX, em função da criação, manutenção e informatização de bases de dados para armazenamento e consulta de informação científica. Dentre essas bases, destaca-se aquelas compiladas pelo ISI: *Science Citation Index*, *Social Science Citation Index* e *Arts & Humanities Citation Index*, reunidas pela *Web of Science*. O ISI foi pioneiro em disponibilizar acesso a informações referenciais sobre parte significativa da produção científica mundial e um dos principais agentes incentivadores do uso de indicadores bibliométricos para avaliação da produtividade em C&T em âmbito internacional (Vanti, 2002). No Brasil, essas bases do ISI têm sido usadas com frequência para avaliação bibliométrica da produção científica nacional e nos estados brasileiros.

QUADRO 1
Cadeia de avaliação dos esforços e resultados de Políticas em C&T



Há, contudo, vários questionamentos acerca da validade de uso dessas bases do ISI para análise da produção científica de países em desenvolvimento, como observam vários autores (Frame, 1985; Sayão, 1996). Entre as limitações dessas bases, uma das principais críticas é a não-indexação de grande número de revistas científicas desses países, oferecendo um perfil parcial da ciência produzida nos países em desenvolvimento. Assim, as bases de dados bibliográficos não representam, em geral, toda a produção científica de um país ou região, não se tratando nem de uma amostra aleatória da mesma, mas sim de uma amostra intencionalmente escolhida segundo os parâmetros dos gestores e compiladores das bases.

Idealmente, os indicadores bibliométricos deveriam ser computados a partir de uma base multidisciplinar específica de cada país, para quantificar os feitos científicos lá considerados como relevantes. No caso do Brasil, não existe ainda uma base bibliográfica com a representatividade necessária, em que pesem os esforços expressivos neste sentido, como o projeto SciELO, da Bireme e Fapesp, com um total de aproximadamente 120 revistas em texto integral e de acesso gratuito, e a Plataforma Lattes, do CNPq, com uma ampla gama de informações sobre produção científica de pesquisadores brasileiros.

Diante dessa situação de inexistência de uma base bibliográfica nacional representativa e da hegemonia do uso das bases do ISI para avaliação da produção científica no país, torna-se importante a investigação da produção da C&T brasileira em outras base bibliográficas. E uma das poucas fontes multidisciplinares com dimensão comparável às bases do ISI é a base de dados bibliográficos Pascal – correspondente à publicação impressa *Bibliographie internationale* (anteriormente *Bulletin*

signaletique) –, disponível para leitura através de equipamentos desde 1973. É uma base que indexa publicações predominantemente das ciências naturais e tecnológicas que, em uma avaliação preliminar, cobre parte significativa da produção científica nacional (Faria, Quoniam & Mugnaini, 2002).

Para computação dos indicadores de produção em C&T a partir da Pascal estabeleceu-se uma cadeia de tratamento das informações constituída de oito etapas principais, apresentadas na figura 1. Essa cadeia envolveu a utilização de um conjunto de *softwares* disponibilizados pela Unesco, conhecidos como família ISIS, desenvolvidos para criação de catálogos de bibliotecas em bases de dados (WinISIS), importação de dados textuais (IsisAscii, WinIDIS) e análise estatística de dados textuais (WinIDAMS). São *softwares* gratuitos e de domínio público, que permitem a reunião e padronização do conteúdo de várias bases de dados e sua transformação em dados bibliométricos. A estratégia de busca da produção brasileira em C&T na base consistiu em recuperar registros com pelo menos um endereço de autor com a palavra Brasil (e suas variantes em inglês e francês). Dessa forma, garantiu-se que todo trabalho recuperado tivesse a participação de um pesquisador brasileiro, ou melhor, de um pesquisador de instituição brasileira. Aspectos metodológicos mais específicos e a validação dos procedimentos são discutidos em Mugnaini (2003).

Por fim, vale observar que a transformação dos dados bibliográficos em dados bibliométricos envolve um esforço considerável de trabalho operacional e de tempo, como aquele destinado à correção de registros eventualmente imperfeitos (instituição de filiação dos autores, por exemplo), ou para compatibilização de termos de recuperação ou categorias analíticas (áreas do conhecimento, por exemplo). A confiabilidade dos dados usados para computação dos indicadores depende, pois, não só das características dos *softwares* utilizados, mas também do cuidado como essas atividades manuais são realizadas.

FIGURA 1
Cadeia de tratamento da informação bibliográfica e computação dos indicadores

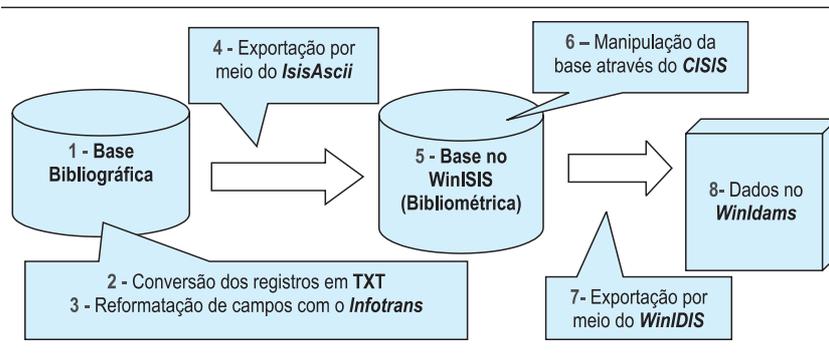


TABELA 1
Dados sobre trabalhos com participação de autores brasileiros, na base Pascal, segundo ano de publicação (1983 - 2000)

	1983-1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total*
Número de trabalhos	5.004	2.642	3.195	3.174	3.141	2.617	3.278	4.313	5.293	5.600	5.822	44.114
Subtotais no período	5.004	14.769					24.306					44.114
% de trabalhos publicados no Brasil	52,8	41,5	39,2	33,3	28,5	11,6	11,6	10,5	7,7	9,5	7,9	21,5
Média de Autores por artigo	1,04	1,09	1,07	1,13	1,39	1,57	2,02	2,43	2,97	2,60	2,70	1,97
Número de trabalhos em revistas de 1991**	2.782	2.496***	2.185	2.130	2.040	1.493	1.742	2.189	2.749	2.746	2.747	22.517

Notas:
 * Trinta e cinco trabalhos não apresentam data de publicação.
 ** Trabalhos publicados nas revistas que eram indexadas pela Pascal em 1991.
 *** A diferença do valor correspondente na primeira linha se deve ao fato de alguns registros de 1991 não apresentarem ISSN.

A PRODUÇÃO BRASILEIRA EM C&T VISTA ATRAVÉS DA PASCAL

Depois de ter apresentado, na seção anterior, as etapas metodológicas para construção da cadeia de produção de indicadores bibliométricos a partir da Pascal, esse tópico procura trazer resultados empíricos da mesma, de modo não apenas a ilustrar a potencialidade da base (e suas limitações), mas também a portar evidências substantivas da produção brasileira em C&T, oferecendo um diagnóstico preliminar alternativo ao das bases do ISI.

A tabela 1 apresenta a quantidade de trabalhos indexados na base em um intervalo de 18 anos, de 1983 a 2000. De uma média anual de menos de mil trabalhos de autores ou co-autores brasileiros na década de 80, a base Pascal já registrava, em 2000, quase 6 mil trabalhos, um aumento considerável no curto espaço de tempo

considerado*. A quantidade de trabalhos com participação de brasileiros cresceu quase que continuamente ao longo da década, especialmente a partir da segunda metade da década passada. Entre 1991 e 2000, houve um aumento de cerca de 120% da produção científica brasileira registrada na base, tendo passado de 2.642 para 5.822 artigos.

Esse processo foi acompanhado de crescente internacionalização da produção em C&T: entre 1983 e 1990, mais da metade dos trabalhos registrados de pesquisadores de instituições brasileiras foram publicados em revistas nacionais; ao final da década de 90, os trabalhos nelas publicados representavam menos de 10% do total de artigos de brasileiros. Além disso, como mostra a tabela 1, há uma mudança significativa na prática de autoria e co-autoria dos artigos, com aumento da média de autores de 1 entre 1983 a 1992 para quase 3 ao final dos anos 90.

O aumento de publicações em uma base bibliográfica deve ser entendido como consequência, além do crescimento propriamente da produção acadêmica, da ampliação da cobertura do número de revistas indexadas pela base bibliográfica, tendência inevitável e esperada, de modo a garantir sua validade ao longo do tempo. Por outro lado, as organizações compiladoras de bases de dados exigem que as revistas mantenham um certo padrão para que permaneçam indexadas – regularidade de publicação, agilidade no fornecimento das informações, fator de impacto satisfatório. Há também revistas que deixam de existir. Todos esses fatores influenciam a gama de revistas indexadas pela base bibliográfica.

Assim, para analisar o efeito de ampliação da cobertura de periódicos na base, produziram-se indicadores considerando os trabalhos publicados nas revistas que eram indexadas em 1991 (última linha da tabela 1). Como era de se esperar, o crescimento da produção de trabalhos assim considerados é bem menor que a quantidade total já apontada (1ª linha). Entre 1991 e 2000, considerando apenas as revistas indexadas pela

* No final do ano 2001, a quantidade de trabalhos se aproximava de 7 mil (Faria, Quoniam & Mugnaini, 2002).

TABELA 2

Número de participações de autores em trabalhos de autoria e/ou co-autoria de brasileiros, na base Pascal, segundo país de afiliação e período de publicação (1983 – 2000)

	1983-1990		1991-1995		1996-2000		Total*
	N	%	N	%	N	%	N
AMÉRICA DO SUL	5.073	98,1	15.005	87,5	29.792	64,4	49.943
Brasil	5.069	98,1	14.942	87,2	28.776	62,2	48.863
Argentina	2	0,0	40	0,2	415	0,9	457
demais países	2	0,0	23	0,1	601	1,3	626
AMÉRICA DO NORTE e CENTRAL	27	0,5	912	5,3	7.045	15,2	7.984
EUA	25	0,5	839	4,9	6.043	13,1	6.907
Canadá	1	0,0	50	0,3	717	1,5	768
demais países	1	0,0	23	0,1	285	0,6	309
EUROPA OCIDENTAL	46	0,9	774	4,5	5.284	11,4	6.104
França	18	0,3	384	2,2	1.467	3,2	1.869
Reino Unido	2	0,0	131	0,8	1.262	2,7	1.395
Alemanha	9	0,2	89	0,5	840	1,8	938
Itália	3	0,1	49	0,3	574	1,2	626
Espanha	11	0,2	56	0,3	533	1,2	600
demais países	3	0,1	65	0,4	608	1,3	676
EUROPA ORIENTAL	9	0,2	139	0,8	1.615	3,5	1.763
ÁSIA E OCEANIA	7	0,2	121	0,7	1.372	3,0	1.500
Japão	4	0,1	63	0,4	504	1,1	571
demais países	3	0,1	58	0,3	868	1,9	929
ÁFRICA	0	0,0	9	0,1	187	0,4	196
NÃO IDENTIFICÁVEL**	4	0,1	179	1,0	1.005	2,2	1.188
TOTAL	5.166	100	17.139	100	46.300	100	68.681

Notas:

* Setenta e seis participações não apresentam data (73 do Brasil).

** Engloba trabalhos cujo país de afiliação era apresentado como "International", "unknown" ou "colaboration" na base.

Pascal em 1991, a produção de artigos de brasileiros teria passado de 2.496* para 2.747, representando um crescimento de 10%.

Ou seja, aumento das cifras de produção científica no Brasil nos anos 90 decorreria, além de um crescimento da produção individual – em função da ampliação da oferta de bolsas de fomento, incentivos e sistemas de avaliação de méritos nas universidades –, da melhoria da cobertura dos periódicos em que os pesquisadores brasileiros estariam divulgando seus trabalhos, ou ainda de um número maior de pesquisadores realizando pesquisas e publicando-as com parceiros no exterior, em função do aumento do número de mestres e doutores titulados dentro e fora do país.

De fato, como mostra a tabela 2, houve expressivo aumento de participações de brasileiros nos trabalhos indexados pela Pascal, publicando em parceria com autores e co-autores do exterior. Entre 1991 e 1995, 13%

* A diferença do valor correspondente na primeira linha se deve ao fato de alguns registros de 1991 não apresentarem ISSN.

dos trabalhos foram publicados em parceria com pesquisadores de instituições estrangeiras, cifra essa que sobe para 38% nos cinco anos seguintes. A cooperação científica de pesquisadores brasileiros com pesquisadores dos EUA, medida pelos trabalhos publicados e indexados no Pascal, deu um grande salto, passando a representar cerca de 13% das participações em autorias e co-autorias entre 1996-2000 (contra 5% entre 1991-1995). Além dos pesquisadores norte-americanos, os franceses e ingleses apresentam participação significativa de co-publicação com autores brasileiros.

Embora ainda seja comparativamente pequena a co-publicação de autores brasileiros e sul-americanos – em especial com argentinos, chilenos e colombianos –, o aumento verificado na cooperação ao longo dos anos 90 é muito expressivo (23 para 601 participações conjuntas, entre o primeiro e segundo quinquênio da década). Há de se lembrar, contudo, que esses números refletem a cooperação captada nas revistas indexadas pela base Pascal, apontando números certamente subestimados das parcerias entre pesquisadores da América do Sul.

A Pascal permite ainda que se computem indicadores bibliométricos da produção em C&T brasileira segundo estados e regiões em que se situam as instituições dos pesquisadores brasileiros. Como mostra a tabela 3, entre 1983 a 2000, os pesquisadores de instituições localizadas no estado de São Paulo respondiam por 47 % das autorias e co-autorias de trabalhos indexados na base. Esse resultado corrobora o peso da produção científica paulista no contexto nacional, fato já vastamente documentado e explicado, entre outros fatores, ao já antigo processo de institucionalização da C&T no Estado, ao peso da economia e da indústria paulista no país, ao tamanho da comunidade de pesquisadores, a quantidade e diversidade de programas de pós-graduação, além do fomento aportado pela Fapesp, CNPq, Finep e outras instituições.

Como já apontado por outros estudos, o Rio de Janeiro tem elevada participação na produção nacional em C&T captada pela Pascal, como consequência da tradição das universidades e centros de pesquisa, tamanho do corpo de pesquisadores sediados no estado, número e

TABELA 3

Número de participações de autores em trabalhos de autoria e/ou co-autoria de brasileiros, na base Pascal, segundo estado de afiliação e período de publicação (1983 – 2000)

	1983- 1990		1991 – 1995		1996 – 2000		Total*
	N	%	N	%	N	%	N
REGIÃO NORTE	6	0,1	8	0,1	40	0,1	54
REG. NORDESTE	322	6,7	860	6,0	1.817	6,5	2.999
PE	143	3,0	412	2,9	719	2,6	1.274
BA	121	2,5	202	1,4	370	1,3	693
CE	38	0,8	153	1,1	466	1,7	657
demais UF	20	0,4	93	0,6	262	0,9	375
REGIÃO SUDESTE	3.745	77,5	11.248	78,1	19.967	72,0	34.960
SP	2.379	49,2	7.218	50,1	12.355	44,6	21.979
RJ	1.097	22,7	2.998	20,8	4.934	17,8	9.029
MG	254	5,3	949	6,6	2.507	9,0	3.710
ES	15	0,3	83	0,6	171	0,6	269
REGIÃO SUL	445	9,1	1.522	10,5	3.960	14,2	5.927
RS	272	5,6	842	5,8	1.751	6,3	2.865
PR	99	2,0	406	2,8	1.087	3,9	1.592
SC	74	1,5	274	1,9	1.122	4,0	1.470
REG. CENTRO-OESTE	206	4,3	534	3,8	1.034	3,7	1.774
DF	160	3,3	425	3,0	666	2,4	1.251
demais UF	46	1,0	109	0,8	368	1,3	523
UF não identificável	110	2,3	226	1,6	902	3,3	1.276
TOTAL	4.834	100	14.398	100	27.720	100	47.017

Nota:

* Setenta e cinco participações não apresentam data (27 de São Paulo e 38 de UFs não identificáveis).

diversidade de programas de pós-graduação e do papel dos órgãos de fomento. Ao longo do período acompanhado, a produção dos pesquisadores do estado representou, em média, cerca de 19% das participações em autorias e co-autorias em trabalhos publicados em periódicos indexados na base Pascal.

Ainda que elevadas, as participações de São Paulo e Rio de Janeiro na produção científica nacional acompanhada pela Pascal vêm diminuindo, como decorrência do forte impulso da pesquisa em outros estados, em especial em Minas Gerais. A participação de pesquisadores das instituições mineiras na autoria e co-autoria de artigos existente na base passa de 5,3 % na década de 1980 para 9% do total nacional nos anos 90. Em termos absolutos, o aumento é ainda mais claro: passa de 250 participações em artigos para 2.507 entre 1983-1990 e 1996-2000, uma expansão de 10 vezes no período*.

A produção conjunta dos pesquisadores de instituições dos três estados – São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais – representa, pois, aproximadamente 74% das participações do país no período, cifra muito próxima da estimada pela Fapesp (2001), que, baseando-se na *Web*

* O avanço na produção científica de pesquisadores de Santa Catarina é também digno de nota: de 274 participações entre 1991 e 1995, passam para mais de 1.100 no quinquênio seguinte.

of Science, estimava em 75% a participação conjunta desses estados para os anos de 1985 a 1999*.

Analisando a distribuição dos trabalhos de autores e co-autores de instituições brasileiras segundo idioma de publicação (tabela 4), nota-se a predominância absoluta de trabalhos na língua inglesa, tendência essa que se acentuou no período. Entre os trabalhos publicados entre 1996 e 2000, 95% eram redigidos em língua inglesa. A proporção de trabalhos registrados na base escritos em português caiu, inclusive, em termos absolutos, passando de pouco mais de 1.300 na década de 80 para menos de 700 na segunda metade dos anos 90. Tal processo deve decorrer tanto de um redirecionamento de parte da publicação para periódicos internacionais quanto da própria mudança do idioma padrão adotado pelas revistas brasileiras, ou ainda do fato de revistas brasileiras nas quais os trabalhos de brasileiros foram publicados deixarem de ser indexadas pela Pascal ao longo do tempo. É revelador da hegemonia do inglês como “idioma científico” internacional – ou pelo menos de autores e co-autores brasileiros – o fato de o francês ser tão pouco usado por brasileiros mesmo em uma base de origem francesa. Vale observar ainda que o espanhol também tem sido usado cada vez menos para a comunicação científica de pesquisadores de instituições brasileiras (pelo menos naquela registrada pela Pascal).

A Pascal permite também construir indicadores bibliométricos relativos à distribuição dos trabalhos segundo áreas do conhecimento, como mostra a tabela 5, a seguir. Como explicado em Mugnaini (2003), foi necessário reagrupar os trabalhos em seis grandes áreas – do sistema de classificação da Pascal – partindo das 206 categorias em que o conhecimento científico e tecnológico é registrado na base, procurando seguir uma lógica que garantisse consistência e inteligibilidade dos resultados. Também se criou uma grande área de ciências humanas e sociais, bem como outra residual, para os

TABELA 4

Número de trabalhos com participação de brasileiros, na base Pascal, segundo idioma e período de publicação (1983 – 2000)

	1983-1990		1991 – 1995		1996 - 2000		Total*
	N	%	N	%	N	%	N
Inglês	3.541	70,5	13.084	88,4	23.154	95,1	39.795
Português	1.344	26,8	1212	8,2	676	2,8	3.251
Francês	82	1,6	282	1,9	339	1,4	703
Espanhol	38	0,8	202	1,4	131	0,5	371
Alemão	14	0,3	14	0,1	21	0,1	49
Italiano	0	0,0	5	0,0	10	0,0	15
Bretão	0	0,0	0	0,0	3	0,0	3
Esperanto	1	0,0	1	0,0	1	0,0	3
Japonês	0	0,0	0	0,0	1	0,0	1

Nota:

* Trinta e sete trabalhos não apresentam data (16 em inglês e 19 em português).

casos dúbios ou não passíveis de classificação (que representaram uma parcela de cerca de 6% do total)*.

Como era de se esperar, pelo enfoque da base na indexação de publicações dirigidas às ciências naturais e tecnológicas, a maior parte dos trabalhos registrados de pesquisadores brasileiros se enquadra nas áreas de engenharia, ciências físicas, medicina e subáreas afins. A produção de trabalhos nessas áreas apresentou forte crescimento ao longo do período, chegando a totalizar entre 1996 e 2000 o dobro da cifra acumulada nos cinco anos seguintes. Ao final da década passada, os trabalhos na área de engenharia e ciências físicas representavam quase 39% do total de artigos de pesquisadores de instituições brasileiras indexados na Pascal, que, somados à parcela de 27% de trabalhos no campo da medicina e subáreas afins, totalizam dois terços da produção nacional em C&T na base.

Com exceção da área de biologia, também cresceu a produção científica nacional nas demais áreas do conhecimento registradas na Pascal ao longo dos anos 90. Nas áreas de química e de meio ambiente/ciências do universo, a produção acumulada dobrou entre 1991-1995 e 1996-2000; nas ciências aplicadas à agricultura, a produção chega a triplicar em igual período.

Pelas características da base, a produção nacional registrada na área de ciências sociais e humanidades é muito pequena, ou melhor, um traço estatístico (0,1% do total de artigos de pesquisadores brasileiros). Tal resultado aponta a necessidade de desenvolver estudos específicos da produção nacional nessas áreas com outras

* Deve-se considerar que o estudo da Fapesp considerou as duas bases da Web of Science: *Science Citation Index* e *Social Science Citation Index*. A equivalência deste estudo exigiria agregar a produção científica nas humanidades e ciências sociais, presente na base francesa *Francis*.

* Para análise de áreas do conhecimento, a amostra em estudo foi reduzida a 82,4% de seu tamanho, em função da dificuldade de associar o ISSN da revista com as áreas de conhecimento (vide Mugnaini, 2003).

bases bibliográficas, como, por exemplo, a base francesa *Francis*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Transformar informação bibliográfica em indicadores bibliométricos não é uma tarefa simples, exigindo trabalho minucioso e cautela em cada passo. A maior parte do tempo é despendida no reconhecimento da forma em que os dados estão estruturados na base e no tratamento efetivo na cadeia de transformação da informação bibliográfica em dados quantitativos. Invariavelmente, a informação não se encontra perfeitamente padronizada, exigindo reprocessamento e retorno às etapas anteriores da cadeia.

A aplicação da cadeia de tratamento aqui utilizada revelou-se viável. Isso deve ser encarado como um incentivo para que novos pesquisadores interessados venham a se utilizar desse ferramental – constituído de *software* de domínio público – para a produção de indicadores bibliométricos em C&T, dispensando a aquisição dos *software* comerciais oferecidos por outros países.

A análise dos indicadores aqui apresentados mostra um aumento expressivo da produção científica brasileira na base Pascal nos últimos 20 anos, assim como sua internacionalização, corroborando outros estudos, baseados em outros indicadores em C&T ou mesmo em indicadores bibliométricos derivados das bases ISI. Ampliara-se a parceria de pesquisadores brasileiros com de outros países, nos EUA, Europa e também na América do Sul. Embora ainda fortemente concentrada em São Paulo e Rio de Janeiro, a participação da produção científica de pesquisadores de outros estados tem crescido significativamente, em especialmente de Minas Gerais.

Esse estudo aponta para a base Pascal como repositório importante da produção científica brasileira. Os indicadores bibliométricos aqui quantificados podem ser apresentados como complementares aos provenientes de bases do ISI, com a finalidade de se ter uma “visão européia” da produção científica brasileira produzida em cooperação com estrangeiros. Esse estudo abre caminho para outros que poderão vir a completá-lo, como, por

TABELA 5

Número de trabalhos com participação de brasileiros, na base Pascal, segundo classificação de áreas do conhecimento da base e período de publicação (1983 – 2000)*

Grandes Áreas	1983- 1990		1991 – 1995		1996 - 2000		Total [†]
	N	%	N	%	N	%	N
Engenharia, Ciências Físicas e Medicina,	1.279	32,7	5.570	32,9	12.738	38,5	19.587
Farmacologia e Psicologia	1.169	29,9	5.036	29,7	9.047	27,3	15.252
Química, Paraquímica, Meio Ambiente, Ciências do Universo	442	11,3	2.079	12,3	3.851	11,6	6.372
Biologia	424	10,8	1.479	8,7	2.947	8,9	4.850
Agricultura, Agroalimentar, Florestas	227	5,8	1.248	7,4	1.111	3,4	2.586
Ciências Sociais, Humanidades	142	3,6	560	3,3	1.630	4,9	2.332
Não classificados	7	0,2	20	0,1	48	0,1	75
	223	5,7	942	5,6	1.742	5,3	2.907

Nota:

* Um mesmo trabalho, de natureza multidisciplinar, pode ser classificado em mais de uma grande área de conhecimento.

exemplo, utilizar a base *Francis* para complementação, obtendo um perfil sobre as áreas de humanidades e ciências sociais.

Por fim, vale retomar que, dentro de um sistema de indicadores de C&T, os indicadores bibliométricos podem ser úteis para avaliar resultados tangíveis do investimento em pesquisa – como a publicação de artigos científicos e patentes registradas – e responder parcialmente a questionamentos acerca do impacto das pesquisas na comunidade científica – através de medidas como fator de impacto. Naturalmente, ao interpretá-los, deve-se cuidar para não tomar o indicador como o indicado, tomando as medidas bibliométricas como o retrato único, mais confiável e incontestado do grau de desenvolvimento científico ou da importância de grupos de pesquisas específicos. Os resultados intangíveis dos investimentos em C&T certamente transcendem os produtos mais imediatos e visíveis retratados por tais indicadores.

Artigo recebido em 08-06-2004 e aceito para publicação de 18 a 21/10/2004.

REFERÊNCIAS

- BORDONS, M.; ZULUETA M. A. *Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos*. *Revista Española de Cardiología*, Madrid, v. 52, n. 10, p. 790-800, out. 1999. Disponível em: <http://www.revespcardiol.org/cgi-bin/wdbcgi.exe/cardio/cardioeng.mrevista_cardio.fulltext?pidnt=190>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- FARIA, L. I. L.; QUONIAM, L.; MUGNAINI, R. *Elementos de comparação das bases de dados PASCAL e SCISEARCH*. *International Journal of Information Science for Decision Making*, França, Toulon-Var, v. 5, n. 30, dez. 2002. Disponível em: <http://lepont.univ-tln.fr/isdm/PDF/isdm5/isdm5a30_defaria.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- FAPESP. *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Estado de São Paulo*. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www2.fapesp.br/indct/indica.htm>>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- FRAME, D. *Problems in the use of literature-based S&T indicators in developing countries*. In: MORITA-LOU, H. (Ed.). *Science and technology indicators for development*. Boulder and London : Westview, 1985.
- GARFIELD, E. Quantitative analysis of the scientific literature and its implications for science policymaking in Latin America and the Caribbean. *Bulletin of PAHO*, v. 29, n. 1, p. 87-95, 1995.
- HOLBROOK, J. A. D. *Why measure science?* *Science and Public Policy*, v. 19, n. 5, p. 262-266, out. 1992.
- JANNUZZI, P. M. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso de indicadores sociais na avaliação de políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 51-72, 2002.
- MUGNAINI, R. *Indicadores bibliométricos da base de dados Pascal como fonte de informação científica e tecnológica do Brasil*. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2003.
- PRAT, A. M. *Avaliação da produção científica como instrumento para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia*. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 206-209, maio/ago. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/prat.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- PRICE, J. D. S. *Little science, big science*. New Haven, CT : Yale University, 1963.
- RUIVO, B. *Phases or paradigms of science policy?* *Science and Public Policy*, v. 21, n. 3, p. 157-164, jun. 1994.
- SAYÃO, L. F. Bases de dados: metáfora da memória científica. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 25, n. 3, p. 232-240, 1996.
- VANTI, N. A .P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir a informação e o conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v31n2/12918.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- VELHO, L. M. S. Indicadores científicos. *Interciencia*, v. 15, n. 3, p. 139-145, maio/jun. 1990.
- _____. Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos e impactos en la política científica. In: MARTÍNEZ, E.; ALBORNOZ, M. (Ed.). *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte e perspectivas*. Caracas : Nova Sociedad, 1998.
- WHITE, H. D.; McCAIN, K. W. Bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 24, p. 119-186, 1989.