



INOVAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL: uma análise de indicadores de produção

Elaine Maria dos Santos (UNICENTRO/USP-SC) elaine-maria@uol.com.br

José Dutra de Oliveira Neto (USP) dutra@usp.br

Vicente Toniolo Zander (UTFPR) vicente_2006@pg.cefetpr.br

César Augusto Romano (UTFPR) romano@cefetpr.br

Resumo

O artigo discute o desempenho inovador da produção científica no Brasil, onde o objetivo central é apresentar as características da produção científica do Brasil, com base em artigos publicados em periódicos científicos especializados indexados nas principais bases de dados nacionais e internacionais. Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, quantitativa em função do problema, bibliográfica-documental de acordo com os procedimentos técnicos, e exploratória considerando os objetivos. Após análise de indicadores nacionais e internacionais, chegou-se a conclusão que a produção científica brasileira teve um acentuado crescimento no período de 1998 e 2002, atingindo o maior índice entre os países da América Latina. Verificou-se que as publicações brasileiras indexadas pelo ISI estão ligadas às áreas de medicina, física, química, botânica e zoologia, seguida pelas áreas de biologia e bioquímica, engenharia e neurociências. Observou-se ainda, que possivelmente os indicadores de produção científica estão refletindo nas políticas e diretrizes para a descentralização da atividade científica e tecnológica implementadas pelo poder público federal. Identificou-se também dificuldade em transformar a produção científica em inovação que gere receitas.

Palavras-chave: *Indicadores; Produção científica, Políticas de fomento.*

1. INTRODUÇÃO

Em momentos de transição entre paradigmas técnico-econômicos, onde as transformações e as políticas promovem o desenvolvimento científico e tecnológico, o processo de inovação e acumulação de aprendizado torna-se cada vez mais estratégico para os segmentos envolvidos no processo de globalização da economia. Assim, o processo de inovação passa a ser entendido como um processo interativo entre universidades, empresas e instituições governamentais.

No tocante à produção científica, nas últimas décadas, os indicadores de produção científica vêm ganhando importância crescente como instrumentos para análise da atividade científica e das suas relações com o desenvolvimento econômico e social do país. A construção de indicadores quantitativos tem sido incentivada por órgãos internacionais e nacionais de fomento à pesquisa como meio para se obter compreensão mais acurada da orientação e da dinâmica da ciência, de forma a subsidiar o planejamento de políticas

científicas e avaliar seus resultados. Os indicadores de produção científica, somados à família de indicadores de insumos para a ciência e tecnologia (C&T) têm contribuído de forma definitiva para a análise do desempenho e melhoria da eficiência dos sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação.

Como vários estudos têm demonstrado, nos últimos dez anos, a produção científica brasileira tem crescido de forma significativa. Considera-se, no entanto, ser pouco expressivo o aproveitamento dos seus resultados para incrementar a tecnologia, intensificar a inovação e, conseqüentemente, contribuir para novos patamares de competitividade econômica que promovam a redução de diferenças e o desenvolvimento social. Some-se a isso a baixa disseminação dessa produção (FAPESP, 2002; Cruz, 2000).

Neste contexto, o objetivo central deste estudo é apresentar as características da produção científica do Brasil, com base em artigos publicados em periódicos científicos especializados indexados nas principais bases de dados nacionais e internacionais.

2. METODOLOGIA

Para realização deste estudo foram selecionados e analisados os indicadores de produção científica nacionais e internacional, disponível na internet. Este estudo é caracterizado por uma pesquisa de natureza básica, quantitativa em função do problema, bibliográfica-documental de acordo com os procedimentos técnicos, e exploratória considerando os objetivos.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS INDICADORES DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Os indicadores podem ser compreendidos como dados estatísticos usados para medir algo intangível. A construção e o uso de indicadores de produção científica são objeto de estudo de várias áreas do conhecimento, sendo usados tanto para o planejamento e a execução de políticas para o setor como também para que a comunidade científica conheça melhor o sistema no qual está inserida.

De acordo com FAPESP (2004), um método específico para o estudo do sistema de ciência, tecnologia e inovação é oferecido por um novo campo disciplinar denominado “cientometria”. Ele se ocupa do desenvolvimento de metodologias para a construção e a análise de indicadores, com base em abordagem interdisciplinar, envolvendo a bibliometria, a economia, a administração, entre outras. A cientometria, ou ciência das ciências abarca o estudo das ciências físicas, naturais e sociais, com o objetivo de compreender sua estrutura, evolução e conexões, de modo a estabelecer relações das ciências com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social. Baseia-se em indicadores bibliométricos construídos a partir de documentos publicados em canais especializados e envolve inúmeros parâmetros, tais como a quantidade de publicações, co-autorias, citações, co-ocorrência de palavras e outros, como destacado no encarte apresentado ao final desta introdução. Esses parâmetros são empregados como medidas indiretas da atividade da pesquisa científica e contribuem para a compreensão dos objetivos da pesquisa, das estruturas da comunidade científica, do seu impacto social, político e econômico.

A análise da produção científica de um país, de uma região ou instituição específica envolve um conjunto expressivo de indicadores bibliométricos. Eles podem ser divididos em indicadores de produção, indicadores de citação e indicadores de ligação (Okubo, 1997; Spinak, 1998; Narin et al., 1994; Courtial, 1990; Callon et al., 1993).

Os indicadores de produção científica são construídos pela contagem do número de publicações por tipo de documento (livros, artigos, publicações científicas, relatórios, etc.), por instituição, área conhecimento, país, etc. O indicador básico é o número de publicações, que procura refletir características da produção ou do esforço empreendido, mas não mede a qualidade das publicações.

As bases de dados bibliográficas mantidas pelo Institute for Scientific Information (ISI), dos Estados Unidos, constituem-se na maior fonte de dados bibliográficos mundiais, sendo as mais amplamente empregadas para construção de indicadores bibliométricos de produção científica.

O ISI também desenvolve produtos específicos a partir da análise de dados bibliográficos extraídos de suas três bases principais, como o Journal of Citation Report e a base National Citation Report (NCR), dentre outros ... (ISI, 2004).

Nota-se que os indicadores podem ser utilizados tanto na forma quantitativa quanto na qualitativa, uma vez que há métodos para avaliar a qualidade das publicações, embora este não seja o foco do estudo.

4. PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

A produção científica brasileira tem demonstrado enorme vitalidade ao longo dos anos. Os veículos de divulgação são os mais variados, passando pela publicação de livros, capítulos de livros, artigos em periódicos científicos nacionais e internacionais, participação em conferências e eventos, entre outros.

Os motivos para o crescimento da produção científica no Brasil são variados e peculiares a cada pesquisador e/ou instituição, sendo que os fatores mais importantes, em qualquer caso, têm a ver com a qualidade e a dedicação dos pesquisadores, potenciadas pelo crescimento contínuo, quantitativo e qualitativo, do sistema nacional de pós-graduação e pelos investimentos governamentais em ciência e tecnologia.

Nesse cenário, destaca-se a importância da atuação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) como órgãos fomentadores da pesquisa no Brasil. Através da análise em relatórios e estatísticas destes órgãos e com base em na literatura existe foi possível encontrar as seguintes informações:

Quadro 01: Produção científica no diretório dos grupos de pesquisa do CNPq, por unidades da federação e regiões – 2000-2003

Unidade da federação	Total de autores		Artigos completos publicados em periódicos especializados				Trabalhos completos publicados em anais de eventos	
			Circulação nacional		Circulação internacional			
	Pesquisador	Estudante	Pesquisador	Estudante	Pesquisador	Estudante	Pesquisador	Estudante
TOTAIS	73.977	53.909	223.304	35.896	132.411	12.109	282.139	63.359
Norte	3.075	1.283	6.849	385	3.650	131	7.602	915
Acre	101	12	263	-	45	-	205	-
Amapá	42	5	65	2	17	-	57	3
Amazonas	1.105	431	2.218	152	1.461	75	2.433	218
Pará	1.237	669	2.752	206	1.691	53	3.639	626
Rondônia	116	56	333	22	68	2	132	15
Roraima	114	10	382	2	120	1	301	5
Tocantins	360	100	836	1	248	-	835	48
Nordeste	11.220	7.836	29.057	4.334	15.669	956	42.208	8.948
Alagoas	451	266	778	67	524	32	1.499	257
Bahia	2.973	1.666	7.851	1.078	3.256	187	8.490	1.469
Ceará	1.722	1.507	4.767	855	3.010	215	5.709	1.208
Maranhão	444	242	1.122	106	887	21	1.023	195
Paraíba	1.387	1.076	3.835	592	1.888	136	8.074	1.785
Pernambuco	2.387	1.830	6.679	1.115	3.836	266	9.684	2.469
Piauí	360	171	1.026	68	350	9	1.132	62
Rio Grande do Norte	1.048	890	2.045	408	1.443	86	5.107	1.329
Sergipe	448	188	954	45	475	4	1.490	174

Sudeste	36.655	29.033	122.872	21.215	82.896	8.073	146.565	33.847
Espírito Santo	623	374	1.407	122	803	45	2.491	319
Minas Gerais	6.471	4.855	25.357	3.733	10.577	820	28.927	5.876
Rio de Janeiro	9.301	6.939	25.531	4.370	21.218	1.750	36.935	8.282
São Paulo	20.260	16.865	70.577	12.990	50.298	5.458	78.212	19.370
Sul	17.669	13.084	49.340	8.640	22.617	2.583	69.676	17.557
Paraná	5.969	3.572	17.446	2.197	6.980	518	21.811	3.562
Rio Grande do Sul	7.753	6.927	23.391	4.982	11.366	1.659	31.091	10.338
Santa Catarina	3.947	2.585	8.503	1.461	4.271	406	16.774	3.657
Centro-oeste	5.358	2.673	15.186	1.322	7.579	366	16.088	2.092
Distrito Federal	2.185	1.269	6.062	732	3.948	291	7.360	1.099
Goiás	1.459	808	4.630	408	1.865	63	4.469	688
Mato Grosso	696	271	1.450	31	470	2	1.315	71
Mato Grosso do Sul	1.018	325	3.044	151	1.296	10	2.944	234

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, Censo 2002.

Quadro 02: Produção científica no diretório dos grupos de pesquisa do CNPq, por unidade da federação e regiões - 2000-2003 de acordo com o tipo de publicação

Unidade da federação	Livros ou capítulos de livro publicados				Outras publicações bibliográficas		Resumos de trabalhos publicados em			
	Livros		Capítulos de livros		Pesquisador	Estudante	Periódicos especializados		Anais de eventos	
	Pesquisador	Estudante	Pesquisador	Estudante			Pesquisador	Estudante	Pesquisador	Estudante
TOTAL	19.689	1.043	84.311	3.518	166.116	9.953	55.461	4.082	618.081	108.514
Norte	574	11	2.598	86	5.721	630	1.156	122	20.107	3.804
Acre	20	-	51	1	480	3	33	-	470	31
Amapá	7	-	31	-	75	3	1	-	177	16
Amazonas	197	5	952	25	2.060	205	490	50	6.765	1.284
Pará	229	6	1.239	50	2.117	279	483	60	9.440	2.195
Rondônia	59	-	136	10	223	56	43	4	361	75
Roraima	19	-	55	-	161	2	28	2	835	16
Tocantins	43	-	134	-	605	82	78	6	2.059	187
Nordeste	2.519	266	10.197	879	22.122	5.050	5.989	1.260	87.619	29.532
Alagoas	98	9	339	19	699	119	177	19	2.955	829
Bahia	674	77	2.867	225	5.916	1.111	1.753	287	19.497	5.376
Ceará	539	45	1.787	197	3.759	632	711	205	15.228	6.747
Maranhão	64	9	246	9	479	149	350	107	3.749	1.053
Paraíba	324	27	1.232	105	2.463	668	574	119	11.752	5.011
Pernambuco	506	64	2.437	223	4.858	1.571	1.364	289	17.764	5.789
Piauí	60	6	238	1	868	52	292	40	3.012	575
Rio Grande do Norte	160	28	709	94	2.147	554	660	174	9.756	3.462
Sergipe	94	1	342	6	933	194	108	20	3.906	690
Sudeste	10.445	1.152	47.504	4.358	87.454	19.739	35.707	7.883	321.823	113.089
Espírito Santo	137	4	620	43	1.223	139	212	44	3.985	1.039
Minas Gerais	1.900	164	7.047	572	15.560	4.093	4.179	1.004	57.827	20.021
Rio de Janeiro	2.998	269	12.270	1.058	20.122	3.863	5.563	1.218	65.191	23.900
São Paulo	5.410	715	27.567	2.685	50.549	11.644	25.753	5.617	194.820	68.129
Sul	4.656	536	18.428	2.053	37.487	9.456	10.538	2.795	149.894	59.596
Paraná	1.298	88	4.975	239	12.087	2.689	4.009	1.034	54.161	16.124
Rio Grande do Sul	2.362	341	10.258	1.520	18.188	5.260	5.094	1.391	70.601	34.152
Santa Catarina	996	107	3.195	294	7.212	1.507	1.435	370	25.132	9.320
Centro-oeste	1.495	125	5.584	293	13.332	2.017	2.071	387	38.638	7.772
Distrito Federal	761	78	2.997	217	5.906	806	863	151	15.326	3.613
Goiás	390	30	1.280	45	3.383	778	625	198	10.203	2.463
Mato Grosso	145	4	456	14	1.295	205	234	12	5.063	812
Mato Grosso do Sul	199	13	851	17	2.748	228	349	26	8.046	884

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

O fato das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste terem um número de publicações pouco expressivo, levou o Governo Federal a canalizar maiores recursos para tais localidades, através de novas diretrizes e políticas de fomento.

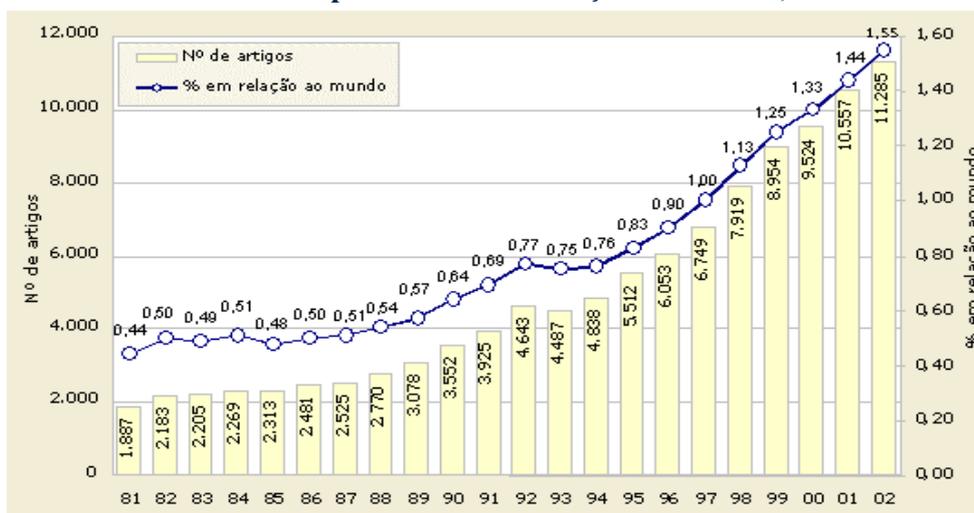
Outro aspecto observado é que São Paulo é o estado com maior número de pesquisadores, isto se dá pelo fato do mesmo absorver as maiores universidades públicas do país.

Quadro 03: Orientadores e orientações concluídas 1998-2003

Ano da Produção	Total de orientadores	Teses de doutorado	Dissertações de mestrado	Monografias de curso de aperfeiçoamento / especialização	Trabalhos de conclusão de curso de graduação	Iniciação científica
1998	15.466	3.397	11.426	4.639	8.139	10.941
1999	18.178	4.244	13.860	6.590	12.720	12.839
2000	23.133	4.365	15.599	9.292	19.584	16.853
2001	25.568	5.119	18.072	10.984	22.926	19.160
2002	28.062	5.614	20.989	12.803	30.701	21.169
2003	28.506	6.271	22.179	13.831	33.723	19.609

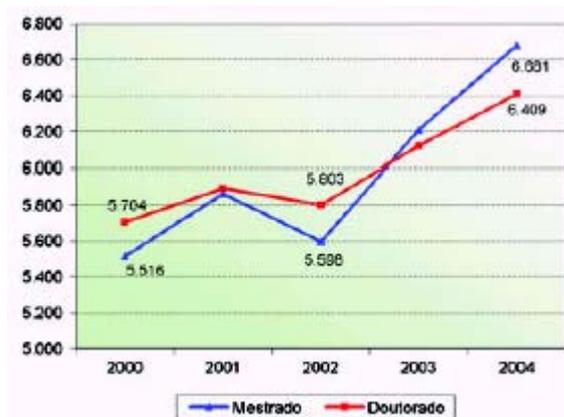
Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Diretório dos Grupos de Pesquisa.

Gráfico 01: Artigos brasileiros publicados em periódicos científicos internacionais indexados no ISI e percentual em relação ao mundo, 1981-2002



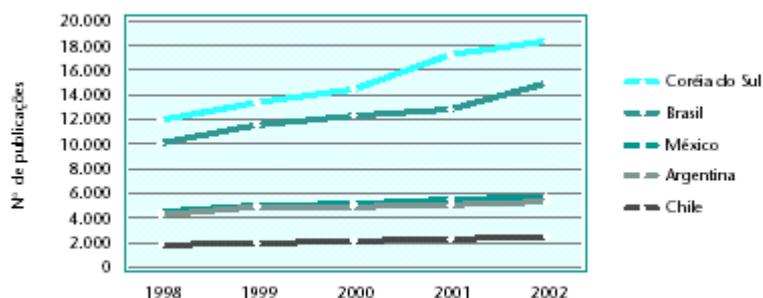
Fonte: Institute for Scientific Information (ISI). National Science Indicators.

Gráfico 02: N° de bolsistas do CNPq (mestrado e doutorado) no período de 2000-2004



Fonte: Sinopse Estatística do CNPq – Junho/2005

Gráfico 03: Países com participação de até 2% na produção científica mundial



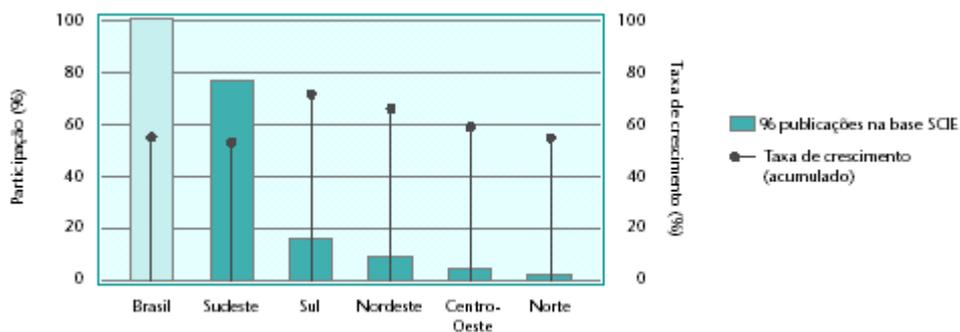
Fonte: Indicadores FAPESP/2004

Tabela 01: Distribuição porcentual do número de publicações indexadas nas bases do ISI, por área do conhecimento

Área Geográfica	Total		Área do Conhecimento (%)											
	Nº	%	Medicina	Física	Biomédicas	Química	Biologia	Engenharia	Terra e Espaço	Ciências Sociais	Matemática	Fisiologia	Outras	Saúde
Participação na publicação mundial até 2%														
Coréia do Sul	6.675	1,3	16,5	25,2	3,1	20,8	3,4	18,9	2,4	0,8	2,0	0,2	0,6	0,1
Brasil	5.144	1,0	29,0	23,3	14,8	11,9	10,3	6,2	4,7	1,0	2,1	0,7	0,4	1,6
México	2.291	0,4	22,1	21,9	12,4	10,7	13,5	5,8	8,4	1,5	1,9	0,9	0,5	0,5
Argentina	2.361	0,5	24,2	18,7	13,5	14,0	16,1	4,6	5,2	0,9	1,7	1,0	0,1	0,1
Chile	879	0,2	33,6	8,9	13,1	11,8	14,2	3,3	9,9	1,2	2,8	0,7	0,4	0,1

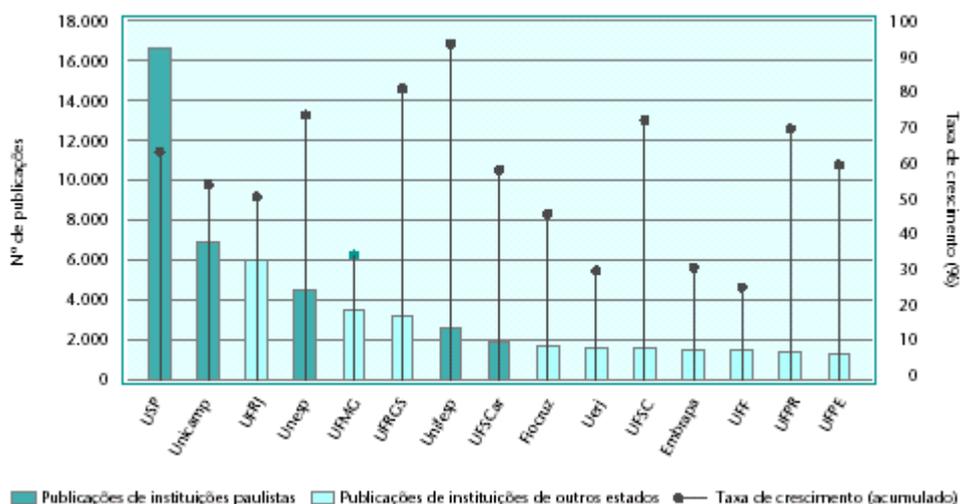
Fonte: ISI/NSB (2002)

Gráfico 04: Participação porcentual das regiões no total de publicações brasileiras indexadas na base SCIE e taxa de crescimento – 1998-2002 (acumulado)



Fonte: SCIE/ISI, via Web of Science (2004)

Gráfico 05: Número de publicações brasileiras indexadas na base SCIE e taxa de crescimento, por instituição – 1998-2002 (acumulado)



Fonte: SCIE/ISI, via Web of Science (2004)

Embora a participação brasileira seja bastante significativa na América Latina, há necessidade de um melhor desempenho no *ranking* americano e europeu, principalmente no tocante a transformação destas publicações em inovações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados apresentados pode-se inferir que a produção científica brasileira cresceu 54% entre 1998 e 2002, passando de 10.279 para 15.846 artigos indexados pelo Institute for Scientific Information (ISI). No mesmo período, a produção mundial registrou aumento de 8,7%. Com isso, a participação brasileira no total mundial, que em 1998 era de 1,1%, chegou a 1,5% em 2002, o maior índice entre os países da América Latina.

De acordo com os Indicadores da FAPESP, observa-se que as publicações brasileiras indexadas pelo ISI estão ligadas às áreas de medicina, física, química, botânica e zoologia, seguida pelas áreas de biologia e bioquímica, engenharia e neurociências.

Verificou-se que a região Sudeste é responsável por 77% da produção científica nacional entre 1998 e 2002, mantendo-se líder no setor. Ela é seguida pelas regiões Sul (15%), Nordeste (9%), Centro-Oeste (4%) e Norte (2%). Mas a taxa de crescimento dessa produção verificada no Sudeste (54%) é inferior à registrada no Sul (71%) e Nordeste (65%). Tal proporção pode possivelmente estar refletindo as políticas e diretrizes voltadas para a descentralização da atividade científica e tecnológica implementadas pelo poder público federal.

Os Estados com maior número de publicações foram São Paulo (52% do total nacional), Rio de Janeiro (19%), Minas Gerais (10%), Rio Grande do Sul (8%) e Paraná (5%).

Em relação ao número de bolsistas de mestrado e doutorado observa-se que houve um crescimento de 17,19% e 11% respectivamente, no período de 2000 e 2004. Quanto ao número de orientações oriundas neste período, verifica-se um aumento de 25,96% para mestrado e 19,46% para doutorado.

Estes dados mostram o potencial do Brasil em termos de produção científica, juntamente com a importância dos órgãos de fomento, mas falta ainda a inserção de parcerias público-privado, conforme observado em países potenciais. Outro aspecto encontrado é a dificuldade em transformar as produções científicas em inovações que gerem receitas.

6. REFERÊNCIAS

- CALLON, M.; COURTIAL, J.P.; PENAN, H. **La scientométrie**. Paris: Presses Universitaires de France. 1993.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq. **Relatório de gestão institucional**, Brasília. Disponível em: <www.cnpq.br/sobrecnpq/informacoesinstitucionais/index.htm>. Acesso em: out. 2005.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **Relatório de gestão institucional**. Brasília. Disponível em: <www.capes.gov.br>. Acesso em: out. 2005.
- _____. **Classificação de periódicos, anais, jornais e revistas**. Brasília. Disponível em: <<http://qualis.capes.gov.br/Qualis/>>. Acesso em: out. 2005.
- CRUZ, C.H.B. **A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa**. Parcerias estratégicas. Brasília: CGEE, n.8, 2000, p. 5-30. Disponível em: <www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos/univ-empr-pesqrev102003b.pdf>. Acesso em: out. 2005.
- COURTIAL, J. P. **Introduction à la scientométrie: de la bibliométrie à la veille technologique**. Paris: Anthropos, 1990.
- FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo: 2004**. Organização de Francisco Romeu Landi. São Paulo: Fapesp, 2004.
- INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION - ISI. **National citation report**. Disponível em: <<http://www.isinet.com/rsg/ncr/>>. Acesso em: out. 2005.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Indicadores da Produção Científica**. Disponível em: <www.mct.gov.br> Acesso em: out. 2005.
- NARIN, F.; OLIVASTRO, D.; STEVENS, K. S. Bibliometric theory, practice and problem. **Evaluation Review**, v. 18, n. 1, 1994.
- OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. Paris, OECD, 1997.
- SPINAK, E. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Caracas: UNESCO, 1996.