

A COLABORAÇÃO INTERNACIONAL NO ISI: panorama dos artigos brasileiros nos anos 2004-2006¹

Samile Andréa de Souza Vanz*
Ida Regina Chittó Stumpf**

RESUMO

Através da análise da co-autoria em artigos, este trabalho investiga a produção nacional indexada pelo **SCI** do **ISI** entre os anos 2004-2006, com o objetivo de aprofundar e entender a colaboração científica internacional na comunidade brasileira. Fizeram parte do estudo todos os artigos que contêm ao menos um endereço brasileiro no campo *Address*. Os dados foram organizados e analisados com o auxílio dos softwares Bibexcel, SPSS versão 14.0 e Excel 2007. Os 14.819 artigos em colaboração internacional examinados representam 30,3% da produção científica brasileira. EUA, França, Reino Unido e Alemanha são os maiores parceiros em número de artigos, entretanto os índices relativos de colaboração e Cosseno de Salton revelam que os EUA e a Argentina são os principais parceiros. A motivação para a colaboração internacional parece seguir razões históricas, lingüísticas e de proximidade geográfica.

Palavras-chave: Colaboração Científica. Ciência Brasileira. Bibliometria. Cientometria. Co-autoria.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da atividade científica representa um processo fundamental em países onde a Ciência é financiada majoritariamente por investimentos públicos. Por serem limitados, a disponibilização desses investimentos pressupõe a competição entre diferentes setores da sociedade que recebem financiamento governamental. Para garantir a participação da Ciência na consecução dos objetivos econômicos, sociais e políticos do país e o necessário investimento financeiro, torna-se fundamental a avaliação da atividade científica. Na última década, a produção científica brasileira tem crescido em torno de 8% ao ano e já responde por 45% de toda a produção da América Latina (GLÄNZEL; LETA; THIJIS, 2006), justificando o interesse e os esforços dispensados à prospecção de indicadores que auxiliem as políticas e as estratégias de C&T. Atualmente estes dados podem ser ainda mais expressivos, pois além do aumento

¹ Parte da tese intitulada "As redes de colaboração científica no Brasil", apresentada no PPGCOM/UFRGS, financiada parcialmente pela CAPES.

* Professora assistente do Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, doutora, e-mail: samilevanz@terra.com.br

** Professora titular do Departamento de Ciências da Informação e do Programa de Pós-graduação em Comunicação e Informação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, doutora, e-mail: irstumpf@ufrgs.br

na produtividade científica está ocorrendo o aumento no número de títulos brasileiros indexados pelo ISI.

A avaliação é um processo que alia políticas de Ciência com os seus indicadores. Nessa perspectiva, o conceito de indicador científico abrange níveis diferentes de informações empíricas, que descrevem aspectos mensuráveis e apreciativos de um estado da atividade científica. Portanto, os indicadores têm um papel importante como base para sistemas de monitoramento e para procedimentos de avaliação. O monitoramento da Ciência pode ser feito através da sistematização de indicadores e de sua integração em um sistema de “contabilidade” (VELHO, 1986). A avaliação objetiva pode indicar tendências, responder o por que de as coisas estarem acontecendo de uma determinada maneira e quais são os fatores que fazem diferença para a atividade científica.

Dentre os indicadores de colaboração científica, encontram-se as medidas de co-autoria: “O número de publicações com co-autoria [...] tem sido utilizado como indicador da colaboração científica entre países, instituições e/ou cientistas” (LETA; CRUZ, 2003, p. 150). A colaboração científica é observada desde o século XVII (BEAVER; ROSEN, 1978) e, apesar de a co-autoria ser um indicador parcial da interação entre duas ou mais pessoas (KATZ; MARTIN, 1997), diversos trabalhos medindo co-autoria relatam que razões geográficas, culturais, lingüísticas e históricas norteiam a colaboração científica entre nações (ZITT; BASSECOULARD; OKUBO, 2000; MATTHIESSEN; SCHWARZ; FIND, 2002; CUMBERS; MACKINNON; CHAPMAN, 2003), além de fatores como redução de custos e multidisciplinaridade (LETA; CRUZ, 2003).

Uma das formas de estimar a colaboração científica é mensurar artigos publicados em co-autoria indexados nos bancos de dados do Institute for Scientific Information (ISI – Thomsom Scientific). Os indicadores levantados em bases de dados internacionais como o **Science Citation Index** (SCI) são relevantes para monitoração da produção científica brasileira internacional, possibilitando uma estimativa de como o Brasil contribui com a Ciência *mainstream*. A colaboração científica internacional também é parcialmente estimada a partir de um banco de dados internacional. Isto se dá pelo fato de que o uso do ISI permite a comparação dos resultados com avaliações da produção e da colaboração científicas feitas em outras nações.

Este trabalho pretende contribuir para o entendimento da colaboração internacional na Ciência brasileira, avançando no conhecimento sobre a formação de

redes de colaboração científica. Nas seções que seguem, descreve-se a metodologia e os resultados. As considerações finais encerram o texto.

2 METODOLOGIA

Este estudo é composto pelos artigos indexados no **Science Citation Index Expanded (SCI)** em 2004, 2005 e 2006, que contêm ao menos um endereço brasileiro e outro estrangeiro no campo *Author Address*. A coleta de dados foi feita nos dias 13, 19 e 20 de setembro de 2007, utilizando-se a estratégia de busca “Brasil” ou “Brazil”. A partir do conjunto dos artigos brasileiros, selecionaram-se para análise os artigos em co-autoria internacional.

Considera-se que a origem geográfica baseia-se no endereço de cada autor declarado na publicação (SOLLA PRICE, 1976). Assim, “brasileiros” são os autores cujos endereços estão localizados no Brasil; independente do local de nascimento ou da nacionalidade. Os anos de 2004, 2005 e 2006 foram escolhidos pela atualidade e para dar continuidade às pesquisas realizadas por Leta, Glänzel e Thijs (2006) e por Packer e Meneghini (2006), que estudaram a produção científica brasileira indexada no ISI até 2003. Entre os tipos de publicação indexados pelo ISI, os artigos de periódicos foram escolhidos para compor o estudo por se considerar que ele é o veículo principal de publicação dos resultados consolidados de pesquisa científica.

Os dados foram importados do **Web of Science** em lotes de 500 registros no formato de arquivo texto (.txt), e após, foram reunidos em um arquivo único, ano a ano. O procedimento seguinte foi o de limpeza e normalização do campo *CI Author Address*, com o objetivo de padronizar a entrada dos países. As análises foram feitas com o *software* Bibexcel², Microsoft Excel versão 2007 e Statistics Packet for Social Science (SPSS) versão 14.0.

Para viabilizar os objetivos deste estudo, atribuiu-se a contagem de um artigo para cada país envolvido no campo *Author Address*, conforme a metodologia utilizada em outros estudos bibliométricos (BORDONS; GOMEZ, 2000; LUUKKONEN; PERSSON; SIVERTSEN, 1992; PACKER; MENEGHINI, 2006). Desta maneira, os totais de ocorrência de autores, instituições e países não refletem o total de artigos publicados. Nos casos em que os co-autores provenientes de um dado país excediam 1, a colaboração entre países foi registrada somente uma vez (LUUKKONEN et al, 1993;

² Disponível em <http://www.umu.se/inforsk/Bibexcel>

ZITT; BASSECOULARD; OKUBO, 2000). Por exemplo, para um artigo publicado em co-autoria por duas instituições no Brasil, uma na França e duas nos EUA, foi contabilizado um artigo para o Brasil, um para a França e outro para os EUA.

Os números absolutos indicam o total de artigos em co-autoria sem considerar o tamanho dos autores – medido pelo total de artigos publicados, envolvidos na colaboração. Para estimar propensões ou intensidade de co-autoria, faz-se necessário recorrer a indicadores relativos que levem em consideração o tamanho da produção científica de um autor, instituição ou país. Luukkonen e outros (1993), ao avaliar a colaboração científica internacional, afirmam que o total de artigos publicados em co-autoria entre dois países deve ser analisado em relação ao total da produção científica de cada um dos países. No caso de um país ser muito produtivo e outro pouco produtivo, a colaboração entre os dois pode não ser muito significativa quando comparada à produção total do país produtivo, e ao contrário, ser bem significativa se comparada ao total publicado pelo país menor. Nesse sentido, Luukkonen e outros (1993, p. 15, tradução nossa) afirmam:

[...] na análise de relações de colaboração, é essencial usar ambas as medidas, absolutas e relativas. A última normaliza diferenças de tamanho dos países. Cada uma carrega tipos diferentes de informação. Medidas absolutas carregam respostas a questões como quais são os países centrais na rede internacional da ciência, se relações de colaboração revelam um centro – relações periféricas, e que países são os parceiros mais importantes de outros. Medidas relativas oferecem respostas a questões de intensidade das relações de colaboração.

O uso dos indicadores relativos e normalizados pode revelar aspectos subjacentes até então invisíveis nos dados brutos. Com o objetivo de possibilitar outras análises e interpretações, utilizou-se o Índice de Colaboração, a partir da fórmula criada por Luukkonen, Persson e Sivertsen (1992), que calcula a frequência esperada, a partir de uma distribuição aleatória dos valores da diagonal da matriz entre todas as células. A frequência esperada é relacionada à frequência observada, conforme a fórmula:

$$\frac{C_{x,y} \times T}{C_x \times C_y}$$

onde,

$C_{x,y}$ = total de co-autorias entre a instituição ou país X e Y

T = total de co-autorias da matriz

C_x = total de co-autorias a instituição ou país X possui na matriz

C_y = total de co-autorias a instituição ou país Y possui na matriz

Segundo orientações de Luukkonen, Persson e Sivertsen (1992), o índice deve ser calculado com base em uma matriz completa, ou seja, com a diagonal $\neq 0$. Índice igual a 1 indica uma colaboração observada de acordo com a esperada. Resultados menores que 1 indicam que a colaboração é menor do que a esperada. Os maiores que 1 indicam uma relação de colaboração mais forte do que o esperado.

Outra medida relativa utilizada é o Cosseno de Salton (BORDONS; GÓMEZ, 2000; WAGNER; LEYDESDORFF, 2003; GLÄNZEL; LETA; THIJS, 2006), calculado conforme a fórmula:

$$S_{xy} = \frac{C_{xy}}{\sqrt{C_x \times C_y}}$$

onde,

C_{xy} = total de artigos publicados por x e y

C_x = total de artigos publicados por x

C_y = total de artigos publicados por y

O tratamento estatístico indicado permitiu as análises que serão apresentadas a seguir.

3 RESULTADOS

A busca no **SCI** no triênio 2004-2006 resultou em 49.046 artigos contendo ao menos um endereço brasileiro. Destes, 47.126 foram escritos em colaboração (96%) e deles, 14.819 artigos, representando 30,3% da produção científica brasileira, foram publicados em co-autoria com autores estrangeiros.

A co-autoria internacional no Brasil apresenta percentuais superiores quando comparada à produção científica global. Dados de Glänzel e Schubert (2004) relatam que menos de 7% de todos os artigos em co-autoria indexados no **SCI** do ISI, em 1980, foram assinados por mais de 2 países, enquanto o total em 1990 era de 10% e 17% em 2000, o que indica um aumento constante da co-autoria ao longo das últimas décadas. Leydesdorff e Wagner (2009) afirmaram que 23,3% da produção científica indexada

pelo **SCI** em 2005 é publicada em co-autoria internacional. Luukkonen, Persson e Sivertsen (1992) afirmam que, quanto menos desenvolvida a infra-estrutura científica de um país, maior a tendência para colaboração internacional, explicação que pode justificar o percentual de 30,3% de artigos internacionais encontrados na produção científica brasileira no período 2004-2006.

O Gráfico 1 sintetiza os dados acerca do número de países co-autores do Brasil:

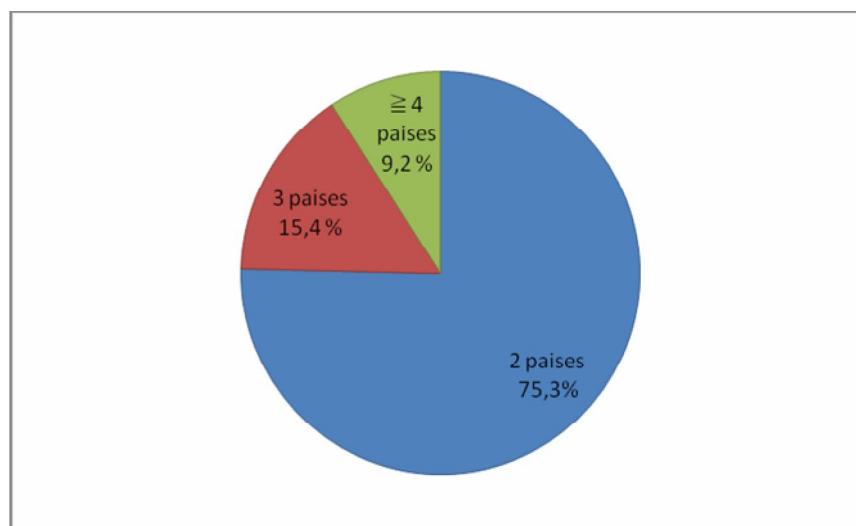


Gráfico 1 – Número de países nos artigos brasileiros em co-autoria internacional, 2004-2006

O gráfico revela que a maioria dos artigos (75,3%) é escrita por autores provenientes de dois países; 15,4% dos artigos analisados têm três países co-autores; e 9,2%, quatro ou mais países envolvidos, sendo um deles sempre o Brasil. A importância da colaboração internacional foi evidenciada no estudo feito por Packer e Meneghini (2006), que demonstrou que 84,3% dos artigos brasileiros citados mais de 100 vezes no ISI entre 1994 e 2003 foram escritos em colaboração internacional.

A tabela a seguir apresenta os dados sobre a frequência de países por artigo:

	2004	2005	2006	2004-2006
Média	2,6	2,6	2,6	2,6
Mediana	2	2	2	2
Moda	2	2	2	2
Desvio padrão	1,9	2,1	2,1	2,1
Assimetria	5,9	6,4	5,8	6,1
Mínimo	1	1	1	1
Máximo	24	44	26	44
Contagem	4.731	4.874	5.214	14.819

Os dados da Tabela 1 reforçam a idéia de que o Brasil participa, geralmente, de grupos formados por ele e mais um país. A média se mantém constante em 2,6 países por artigo entre 2004 e 2006, valor muito próximo ao da moda e mediana (ambos dois), indicando uma distribuição simétrica. O número máximo de países participantes de um artigo é 24 em 2004, 44 em 2005 e 26 em 2006.

Em relação aos países parceiros do Brasil, os EUA continuam despontando como o mais importante. A Tabela 2 revela a participação de cada uma das nações que perfizeram ao menos 1% da colaboração internacional com o Brasil e/ou apresentaram Cosseno de Salton e/ou Índice de Colaboração ≥ 1 . Os dados são apresentados em ordem decrescente do número total de artigos em colaboração com o Brasil, seguidos do percentual correspondente em relação ao número total de artigos em colaboração internacional. Nas duas últimas colunas apresentam-se os valores correspondentes ao Cosseno de Salton e ao Índice de Colaboração.

Tabela 2 – Participação dos países colaboradores, 2004-2006

País	N. artigos em co-autoria	%	Cosseno Salton	Índice de colaboração
EUA	5.574	22,7	2,7	0,4
França	2.011	8,2	2,3	0,9
Reino Unido	1.796	7,3	1,8	0,6
Alemanha	1.783	7,3	1,8	0,6
Itália	1.066	4,4	1,4	0,6
Canadá	983	4,0	1,3	0,6
Espanha	939	3,8	1,4	0,7
Argentina	932	3,8	3,4	4,1
Portugal	673	2,7	2,4	2,7
Japão	613	2,5	0,6	0,2
Holanda	566	2,3	1	0,6
Rússia	510	2,1	0,9	0,5
Austrália	449	1,8	0,8	0,4
México	415	1,7	1,3	1,4
Suíça	388	1,6	0,8	0,5
China	386	1,6	0,4	0,1
Chile	385	1,6	1,9	3
Suécia	362	1,5	0,8	0,5
Bélgica	350	1,4	0,8	0,7
Índia	344	1,4	0,6	0,3
Colômbia	241	1,0	2,1	6,1
Uruguai	159	0,7	2,1	8,7
Cuba	154	0,6	1,6	5,2

Venezuela	143	0,6	1,2	3
Peru	90	0,4	1,3	6,2
Equador	85	0,4	1,7	10,6
Costa Rica	53	0,2	0,8	4,3
Panamá	44	0,2	0,9	6
Paraguai	25	0,1	1,2	17,8
Bolívia	25	0,1	0,6	4,8
Indonésia	24	0,1	0,3	1,1
Armênia	17	0,1	0,2	1,1
Tanzânia	13	0,1	0,2	1
Guiana Francesa	8	0,0	0,3	4
Rep. Dominicana	7	0,0	0,4	7,6
Nicarágua	6	0,0	0,3	3,7
Guatemala	6	0,0	0,2	2,8
Congo	6	0,0	0,2	2,5
Guadeloupe	6	0,0	0,2	1,8
Honduras	5	0,0	0,3	4,8
Mali	5	0,0	0,2	1,6
Nova Caledônia	5	0,0	0,1	1,3
Benin	5	0,0	0,1	1,2
Moçambique	4	0,0	0,2	1,9
Mônaco	4	0,0	0,1	1,7
Reunion	4	0,0	0,1	1,5
Suriname	3	0,0	0,3	6,8
Laos	3	0,0	0,1	1,8
Andorra	2	0,0	0,3	13,1
Belize	2	0,0	0,2	4,5
Mauritânia	2	0,0	0,1	2,5
El Salvador	2	0,0	0,1	2,3
Martinica	2	0,0	0,1	2,3
Neth Antilles	2	0,0	0,1	1,4
Iemêm	2	0,0	0,1	1,1
Ilhas Maurício	2	0,0	0,1	1,1
Malta	2	0,0	0,1	1
Tuvalu	1	0,0	0,4	65,5
Turquemenistão	1	0,0	0,1	5,5
Angola	1	0,0	0,1	1,8
Haiti	1	0,0	0,1	1,7
Ruanda	1	0,0	0,1	1,5

Observa-se que os EUA estão presentes em 22,7% das co-autorias, seguidos da França, que apresenta um percentual 2,7 vezes menor (8,2%), do Reino Unido e Alemanha (7,3%), e da Itália, que decresce para quase a metade do percentual dos outros países europeus (4,4%). A participação do Canadá acontece em 4% dos artigos,

seguido da Espanha e Argentina, ambos com 3,8%. Logo após seguem Portugal (2,7%), Japão (2,5%), Holanda (2,3%), Rússia (2,1%), Austrália (1,8%), México (1,7%), Suíça, China e Chile, que apresentam o mesmo percentual (1,6%), Suécia (1,5%), Bélgica e Índia (1,4%), e Colômbia com 1% de colaboração, seguida por países que apresentam percentuais de colaboração menores do que 1%.

A colaboração entre o Brasil e a Suíça já foi mostrada por Lima, Velho e Faria (2007) no campo da Bioprospecção. Na opinião dos autores, o fato justifica-se pela megadiversidade do Brasil, que oferece inúmeras possibilidades de pesquisas de interesse farmacêutico a um país como a Suíça, que é sede de importantes indústrias do setor farmacêutico.

Leta e Chaimovich (2002) afirmaram que, entre 1981 e 1999, o Oriente Médio e a África constituíram cerca de 1,5% das colaborações do Brasil, a América Latina representou cerca de 10% das publicações e os EUA foram co-autores em 40,5% dos artigos brasileiros internacionais. Ao comparar os resultados obtidos pelos autores para 1981-1999 com o período aqui analisado, 2004-2006, é visível a redução percentual sofrida pelos EUA – de 40,5% para 22,7% – de participação na co-autoria internacional brasileira. Aparentemente, o Brasil tem buscado a diversificação dos parceiros bem como intensificado laços de colaboração com outros parceiros, reduzindo a dependência científica com os EUA.

Meneghini (1996) também apresenta os principais parceiros científicos do Brasil durante o período 1981 a 1993, revelando que os EUA perfazem 37,9% das publicações em colaboração internacional, seguidos da França (13,3%), Reino Unido (10,9%), Alemanha (8,9%), Canadá (6,6%), Itália (5,7%), Argentina (4,2%), Japão (2,9%), Chile (2,1%), Suíça (2,0%), Suécia (1,5%), México (1,4%), Holanda (1,2%), Venezuela (0,8%) e Uruguai (0,3%). A queda percentual dos dados apresentados por Meneghini (1996) e os resultados do presente estudo pode ser decorrente da mudança no comportamento de colaboração brasileiro, que pressupõe hoje a busca por novos parceiros intelectuais. Para o autor, o Brasil mantém alguns programas que incentivam, mesmo que indiretamente, a colaboração científica. Entre eles, estão as bolsas-sanduíche, oferecidas pela CAPES e CNPq, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento de uma parte de seus estudos em universidades estrangeiras e, mesmo no Brasil, em uma universidade diferente da de origem. Mesmo sendo mais propriamente um programa de treinamento, ao invés de um programa para incentivar a colaboração, freqüentemente os estudantes se mantêm em contato e em colaboração

com os orientadores estrangeiros. Outro programa, o de estágio pós-doutoral mantido pela CAPES, foi objeto de estudo de Mueller e Stumpf (2005), que realizaram entrevistas com os pesquisadores bolsistas em 1999 para saber dos efeitos deste programa na sua vida acadêmica. As autoras relataram a importância desses estágios para a qualidade da Ciência desenvolvida nas universidades brasileiras em relação a novos direcionamentos e atualização do conhecimento. A importância dos contatos pessoais foi mencionada na maioria das respostas: “O contato com pesquisadores de outras instituições, sejam elas européias ou norte-americanas foi decisivo para os bolsistas estabelecerem ou ampliarem sua rede de comunicação. Com isso, os bolsistas tiveram sua inserção internacional favorecida e ampliaram os horizontes de suas investigações.” (MUELLER; STUMPF, 2005, p. 6).

Em relação aos parceiros dos artigos brasileiros citados mais de 100 vezes no ISI durante o período 1994-2003, Packer e Meneghini (2006) apontaram a participação dos EUA em 58% deles. Logo em seguida, aparecem a França, a Inglaterra, a Alemanha e a Itália que colaboram em mais de 10% dos artigos. A ordem de aparecimento dos países parceiros segue mais ou menos a apresentada na Tabela 2 deste estudo. Na opinião de Packer e Meneghini (2006), o Brasil procura seus colaboradores internacionais em países desenvolvidos, visto que a colaboração com os países vizinhos é reduzida, e, geralmente, aparece em colaborações multinacionais, não caracterizando, desta forma, a colaboração bilateral, exclusiva entre o Brasil e demais países da América Latina.

Com o objetivo de verificar se a existência de redes de co-autoria internacional é relacionada ao idioma e a proximidade geográfica entre países, realizou-se o teste não-paramétrico *One Sample Kolmogorov Smirnov*, assumindo-se a hipótese nula de igualdade da distribuição de artigos em co-autoria com os 21 países apresentados na Tabela 2. A hipótese nula foi rejeitada pelo teste. O resultado obtido (.000, e portanto, $p > 0,05$), confirma que a distribuição de co-autorias entre os países parceiros do Brasil não acontece de forma igual, confirmando a tendência de aproximação entre o Brasil e determinados países. O teste também foi realizado sem a participação dos EUA no conjunto de dados, pelo fato do país figurar como o principal parceiro do Brasil de forma destacada em relação aos demais países. Novamente, o resultado mostra $p = .003$ ($p > 0,05$), indicando a rejeição da hipótese de igualdade, mesmo entre os países que apresentam menor número de artigos em colaboração com o Brasil.

As frequências de co-autoria entre o Brasil e outros países são indicadores absolutos úteis para a mensuração do desempenho científico. Porém, o uso de indicadores relativos para avaliar a colaboração internacional pode revelar outras facetas do cenário, já que esses indicadores se valem do tamanho dos países, medido pelo *output* total do país. Com o objetivo de possibilitar outras análises e interpretações, aplicou-se a fórmula do Índice de Colaboração, conforme o resultado apresentado na Tabela 2.

O índice mostra que a co-autoria observada é maior do que a esperada especialmente com países do continente centro-sul americano: 4,1 vezes maior com a Argentina; 4,8 vezes maior com a Bolívia; 3 vezes maior com o Chile; 6,1 vezes maior com a Colômbia; 6,8 vezes maior com o Suriname; 4,3 vezes maior com a Costa Rica; 4 vezes maior com a Guiana Francesa; 7,6 vezes maior com a República Dominicana; 10,6 vezes maior com o Equador; 2,8 vezes maior com a Guatemala; 1,7 vezes maior com o Haiti; 4,8 vezes maior com Honduras; 3,7 vezes maior com a Nicarágua; 6 vezes maior com o Panamá; 17,8 vezes maior com o Paraguai; 6,2 vezes maior com o Peru; 1,4 vezes maior com o México; 8,7 vezes maior com o Uruguai e 3 vezes maior com a Venezuela. Com Portugal, país com o qual o Brasil manteve relações de dependência política, econômica e cultural durante muitas décadas, a colaboração apresenta-se 2,7 vezes maior que o esperado.

Parece haver um consenso na literatura de que os principais parceiros do Brasil concentram-se nos EUA e Europa Ocidental e a colaboração com América do Sul e Latina ainda é modesta, com destaque apenas para a Argentina, o Chile, o México e a Colômbia. Entretanto, ao ponderarmos o tamanho da produção científica brasileira e dos países vizinhos, é possível observar que a colaboração entre eles acontece com mais frequência do que o esperado.

O resultado surpreendente aparece na co-autoria com Tuvalu: 65,5 vezes maior do que o esperado. Aprofundando a análise, observamos que o pequeno país, formado por nove atóis da Polinésia Francesa, possui somente um artigo indexado no **Web of Science** durante o período, elevando sensivelmente o índice de co-autoria.

De forma complementar, utilizou-se o Cosseno de Salton para medir a força da colaboração entre o Brasil e outros países. Entre os países parceiros que apresentam Cosseno de Salton maior que 1 encontram-se vários latino americanos: Venezuela (1,2), Colômbia (2,1), Equador (1,7), Peru (1,3), Chile (1,9), Argentina (3,4), Uruguai (2,1) e Paraguai (1,2). Os Estados Unidos (2,7), Canadá (1,3), México (1,3) e Cuba (1,6)

compõem o grupo dos parceiros da América. Na Europa, o Brasil tem laços fortes de colaboração com a Alemanha (1,8), França (2,3), Itália (1,4), Espanha (1,4), Holanda (1), Portugal (2,4) e Reino Unido (1,8).

Seguiu-se o mesmo critério aplicado por Glänzel, Leta e Thijs (2006) para classificar a força das relações: relação forte (medida de Salton $\geq 2,5$), relação média (medida de Salton ≥ 1 e $< 2,5$) e relação fraca (medida de Salton menor que 1). O mapa abaixo apresenta as relações fortes e médias:



Figura 1 – Relações fortes e médias de co-autoria internacional 2004-2006 (Cosseno de Salton ≥ 1)

Comparando os resultados encontrados neste estudo com os informados por Glänzel, Leta e Thijs (2006) para o período 1999-2003, é possível fazer algumas considerações. A Argentina e os EUA continuam sendo os parceiros mais importantes do Brasil, entretanto, novos parceiros passaram a fazer parte do grupo das relações consideradas médias, entre eles o Paraguai e a Holanda.

A relação importante (correspondente à medida de Salton maior que 1) entre Brasil e EUA, e Brasil e Argentina já apareceu no estudo feito por Glänzel e Schubert (2004), com base na produção científica mundial indexada no ISI em 2000. Em 1990, além dos EUA, o Brasil mantinha laços considerados importantes com a França e o Reino Unido. Em 1980, os EUA eram o único país com quem o Brasil manteve uma relação de co-autoria maior que 1%. Com base na comparação entre os estudos

anteriores e os resultados aqui obtidos, pode-se afirmar que a diversidade de países com quem o Brasil colabora tem crescido nas últimas três décadas.

Ao analisar os resultados do índice de co-autoria e do Cosseno de Salton aplicado à co-autoria internacional, é possível tecer algumas considerações. Aparentemente, a combinação dos fatores históricos, proximidade geográfica e lingüística podem explicar a proximidade entre o Brasil e alguns parceiros na publicação de artigos. Motivos históricos podem explicar a relação com a Itália, que apresenta Cosseno de Salton 1,4, e com a Alemanha, cujo Cosseno é 1,8. Apesar da tradição científica apresentada pela Alemanha, a relação histórica decorrente da imigração no Brasil pode constituir o motivo principal para a colaboração com este país e também com a Itália, especialmente no que diz respeito ao idioma, ensinado na família ao longo de várias gerações. Outro país, a Holanda, manteve-se na região Nordeste por vários anos e apresenta Cosseno de Salton 1. A relação histórica e também lingüística é evidente com Portugal, que apresenta índice de co-autoria 2,7 e Cosseno de Salton 2,4.

A análise dos países parceiros, somada ao resultado do teste estatístico que indica que a distribuição de co-autorias entre os países parceiros do Brasil, não acontece de forma igual, leva a aceitar a idéia de que a existência de redes de co-autoria é relacionada ao idioma e a proximidade geográfica entre instituições e países.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos em co-autoria internacional representam 30,3% da produção científica brasileira indexada no **SCI/ISI** no período 2004-2006. Os dados revelam que a maioria dos artigos (75,3%) é escrita por autores provenientes de dois países; 15,4% dos artigos analisados têm três países co-autores; e 9,2%, quatro ou mais países envolvidos. A média de países autores nos artigos brasileiros se mantém constante em 2,6 países por artigo entre 2004 e 2006, valor muito próximo ao da moda e mediana (ambos dois), indicando uma distribuição simétrica. O número máximo de países participantes de um artigo é 24 em 2004, 44 em 2005 e 26 em 2006, indicando que a quantidade e diversidade de países não se mantém estável durante o período analisado.

Quanto aos países parceiros, os EUA estão presentes em 22,7% dos artigos brasileiros, seguidos da França (8,2%), do Reino Unido e Alemanha (7,3%), da Itália (4,3%), do Canadá (4,0%), Espanha e Argentina (ambos com 3,8%). Ao utilizar o índice de co-autoria internacional, que relativiza a co-autoria observada e esperada através do *output* total dos países, evidencia-se que a co-autoria observada é maior do que a

esperada, especialmente com países do continente centro-sul americano. O Índice pondera o tamanho da produção científica brasileira e dos países co-autores, revelando que a colaboração com a Colômbia acontece 6,1 vezes mais do que o esperado; 6,8 vezes mais com o Suriname; 7,6 vezes maior com a República Dominicana; 10,6 vezes maior com o Equador; 17,8 vezes maior com o Paraguai; 6,2 vezes maior com o Peru e 8,7 vezes maior com o Uruguai. Quando se aplicou a fórmula do Cosseno de Salton, os dados revelaram que os principais parceiros do Brasil são a Argentina e os EUA.

Os resultados aqui apresentados refletem a necessidade de trabalhar com indicadores brutos, como o número total de artigos em co-autoria, e também com os indicadores relativos, examinando o número total de artigos publicados pelos países co-autores, e verificando a importância dessas nações para o Brasil. Apesar da limitação do período analisado (2004-2006), este trabalho contribui para o entendimento da colaboração científica brasileira e é resultado da análise da co-autoria na produção de artigos. A identificação dos países parceiros pode servir para que os acordos bilaterais se fortaleçam e o intercâmbio de pesquisadores e projetos de pesquisa conjuntos sejam estimulados.

Os dados também permitiram uma análise preliminar das relações mantidas com os parceiros. Esta relação parece seguir motivações históricas, lingüísticas e de proximidade geográfica, no entanto, faz-se necessário a ampliação da série de dados e o aprofundamento da análise através de uma metodologia qualitativa.

Este estudo não se esgota aqui, pois o banco de dados criado pode servir para novas análises e sua atualização poderá permitir a análise de períodos mais extensos, utilizando-se a mesma metodologia.

INTERNATIONAL COLLABORATION ISI: an overview of Brazilian articles in the years 2004-2006

ABSTRACT

Through co-authorship analysis in papers, this work investigates the national production indexed by SCI from ISI between 2004-2006, aiming to deepen and understand the scientific collaboration among Brazilian community. It was part of the study all the papers that had at least one Brazilian address in the *Address* field. The data was organized and analyzed through Bibexcel, SPSS 14.0 version, Excel 2007. The 14.819 papers examined within international collaboration represent 30,3% of Brazilian scientific production. USA, France, United Kingdom and Germany are the main partners in number of articles, however relative collaboration indexes and Salton's

cosine show that USA and Argentina are the main partners. The motivation for international collaboration seems to follow historical, linguistics and geographical proximity reasons.

Key-words: Scientific Collaboration. Brazilian science. Bibliometrics. Scientometrics. Co-authorship.

REFERÊNCIAS

BEAVER, D.B.; ROSEN, R. Studies in scientific collaboration: part I – the professional origins of scientific co-authorship. **Scientometrics**, Amsterdam, v.1, n. 1, p. 65-84, 1978.

BORDONS, María; GÓMEZ, Isabel. Collaboration networked in science. In: CRONIN, Blaize; ATKINS, Helen Barsky (eds.). **The Web of Knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield**. New Jersey: ASIS, 2000. p. 197-214.

CUMBERS, A.; MACKINNON, D.; CHAPMAN, K. Innovation, collaboration, and learning in regional clusters. **Environment and Planning A**, London, v. 35, p. 1689-1706, 2003.

GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Analysing scientific networks through co-authorship. In: MOED, Henk F.; GLÄNZEL, Wolfgang; SCHMOCH, Ulrich. **Handbook of Quantitative Science and Technology Research**. Netherlands: Kluwer Academic, 2004. p. 257-276.

GLÄNZEL, W.; LETA, J.; THIJS, B. Science in Brazil. Part 1: a macro-level comparative study. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 67-86, 2006.

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

LETA, J.; CHAIMOVICH, H. Recognition and international collaboration: the Brazilian case. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 53, n.3, p. 325-335, 2002.

LETA, Jacqueline; CRUZ, Carlos Henrique de Brito. A produção científica brasileira. In: VIOTTI, Eduardo Baumgratz; MACEDO, Mariano de Matos (Org.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Editora Unicamp, 2003. p. 121-168.

LETA, J.; GLÄNZEL, W.; THIJS, B. Science in Brazil. Part 2: sectoral and institutional research profiles. **Scientometrics**, Amsterdam v. 67, n. 1, p. 87-105, 2006.

LEYDESDORFF, Loet; WAGNER, Caroline. Is the United States losing ground in Science?: a global perspective on the world science system. **Scientometrics**, Amsterdam, v.78, n.1, p. 23-36. 2009.

LIMA, Ricardo Arcanjo de; VELHO, Lea Maria Leme Strini; FARIA, Leandro Innocentini Lopes de. Indicadores bibliométricos de cooperação científica internacional em bioprospecção. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 50-64, jan./abr. 2007.

LUUKKONEN, Terttu; PERSSON, Olle; SIVERTSEN, Gunnar. Understanding patterns of international scientific collaboration. **Science, Technology & Human Values**, Thousand Oaks, v. 17, n.1, Winter, 1992, p. 101-126.

LUUKKONEN, Terttu; TIJSSSEN, R.J.W.; PERSSON, O.; SIVERTSEN, G. The measurement of international scientific collaboration. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 28, n.1, p. 15-36, 1993.

MATTHIESSEN, C.W., SCHWARZ, A.W.; FIND, S. The top-level global research system, 1997-99: centers, network and nodality. An analysis based on bibliometric indicators. **Urban Studies**, Essex, n. 39, p. 903-927, 2002.

MENEGHINI, R. The key role of collaborative work in the growth of Brazilian science in the last ten years. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 35, p. 367-73, 1996.

MUELLER, Suzana P. M.; STUMPF, Ida R.C. Influência do estágio pós-doutoral na produção docente. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 6., 2005, Florianópolis, SC. **Anais ...** Florianópolis: UFSC, 2005. 1 CD-ROM.

PACKER, Abel L.; MENEGHINI, Rogério. Articles with authors affiliated to Brazilian institutions published from 1994 to 2003 with 100 or more citations: I – The weight of international collaboration and the role of the networks. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 841-853, 2006.

SOLLA PRICE, Derek J. de. **O Desenvolvimento da Ciência**: Análise histórica, filosófica, sociológica e econômica. Tradução de Simão Mathias com a colaboração de Gilda Maria Braga. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976. 73 p. Tradução de: Little science, big science.

VELHO, Lea. A avaliação do desempenho científico. **Cadernos USP**, São Paulo, n. 1, out. p. 22-40. 1986.

ZITT, M.; BASSECOULARD, E.; OKUBO, Y. Shadows of the past in international cooperation: collaboration profiles of the top five producers of science. **Scientometrics**, Amsterdam v. 47, p. 627-657, 2000.

WAGNER, Caroline S.; LEYDESDORFF, Loet. Seismology as a dynamic, distributed áreas of scientific research. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 91-114, 2003.