

INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DE CIÊNCIA DO SOLO

Ricardo Arcanjo de Lima
Léa Maria Leme Strini Velho
Leandro Innocentini Lopes de Faria

Introdução

Ainda é comum no imaginário popular a figura do cientista solitário. No entanto, esta imagem faz parte do passado, pois a prática científica está cada vez mais dependente da diligência dos grupos de pesquisa em trabalhar em sistemas colaborativos, à medida que os grandes temas de estudo e os problemas da sociedade se tornaram globais e multidisciplinares (HOEKMAN et al., 2010). Tendo em vista esta nova realidade, tornou-se prioritário para a área de Política Científica e Tecnológica (PC&T), mapear e estudar os processos envolvidos na colaboração e suas implicações para a organização da ciência (KRETSCHMER, AGUILLO, 2004; KATZ; MARTIN, 1997).

O *modus operandi* da ciência tem mudando rapidamente com a criação de redes internacionais e dinâmicas de pesquisa, cuja prática de colaboração é vista pelas agências de PC&T como imprescindível ao *ethos* científico (WAGNER; LEYDESDORFF, 2005), tornando-a essencial ao desenvolvimento econômico, cultural e científico dos países em desenvolvimento (OCDE, 2003).

Embora seja crescente o interesse pelo tema, estudar a colaboração científica é algo complexo, uma vez que as práticas da produção de conhecimento apresentam diversas interfaces (ABRAMO et al., 2009). Neste estudo, optou-se por analisar aspectos da colaboração científica a partir das coautorias de publicações, através da análise bibliométrica dos dados de países da América Latina na área de ciência de solo.

Optou-se por analisar os dados da área de solos pela visibilidade da área de agrárias que desempenha um papel importante no aumento

da visibilidade da pesquisa científica latino-americana (KRAUSKOPF et al., 1995). A escolha do período analisado teve o objetivo de limitar o estudo, sem perda de atualidade dos dados.

O texto está estruturado em quatro seções principais: breve caracterização da prática de colaboração científica e do uso de coautoria para análise de colaboração; apresentação da metodologia de coleta dos dados extraídos da base Scopus no período de 1999-2010; apresentação e análise dos resultados obtidos dispostos em mapas bibliométricos e considerações finais.

A prática da colaboração científica

A colaboração científica é um processo intrinsecamente social e, como qualquer outra forma de interação, pode ser influenciada por diversos fatores (KATZ; MARTIN, 1997). Entre os principais Hoekman et al. (2010) destacam a influência de atores econômicos, científicos, culturais e geográficos.

Os estudos de Bozeman e Corley (2004), Leydesdorff e Wagner (2008) Abramo et al. (2009), Hoekman et al. (2010) e Narin et al. (1991) apontam algumas das principais razões para a colaboração entre pesquisadores:

- Acesso à expertise: a especialização crescente das áreas científicas e os problemas cada vez mais complexos da sociedade estimulam a formação de equipes multidisciplinares para fazer frente aos novos desafios, o que favorece a colaboração. Áreas que são por definição interdisciplinares certamente apresentam forte tendência a colaborar mais do que setores "verticais" onde a pesquisa tende a ser mais "intramuros".

- Acesso a recursos: a pesquisa científica é uma prática dispendiosa e seu alto custo tem levado à cooperação no sentido de diluir os gastos, evitando a criação de capacidades redundantes.

- Visibilidade e prestígio: é comum a parceria com pesquisadores de maior prestígio na comunidade científica, objetivando maior visibilidade e impacto para suas atividades. Também é apontado que as publicações decorrentes de projetos de colaboração internacional são citadas com maior frequência.

- Laços pessoais durante o processo de graduação é fator que estimula a colaboração.

- Produtos de colaboração oportunizados em vista de recursos distribuídos.

- Espaço considerável, em uma localidade poder abordar questões locais e internacionais.

Além dos fatores mencionados, destacam que há uma tendência das agências de fomento à cooperação científica e à colaboração. Com a Comissão Europeia, as chamadas "parcerias colaborativas" e o financiamento (H)

Também é observado que as áreas científicas as tradicionais em conjunto de recursos determinada com o COINTET, 2008).

As metodologias científicas se dividem em pesquisar os fatos, o trabalho e visa, medir de forma c

Coautoria e estudo

O método de estudo de coautoria múltipla

• Laços pessoais: os laços criados entre alunos e orientadores durante o processo de aprendizagem em níveis de graduação e pós-graduação é fator importante na escolha de parcerias científicas – tais laços estimulam a formação dos chamados colégios invisíveis.

• Produtividade: muitos pesquisadores vêem na prática de colaboração oportunidade para alcançar maior produtividade científica, tendo em vista que os esforços de pesquisa e de publicação são distribuídos.

• Espaço geográfico: a importância dos espaços geográficos é considerável, uma vez que pesquisadores de uma determinada localidade podem interagir mais intensamente para a resolução de questões locais e regionais.

Além dos itens apontados, Abramo et al. (2009) também destacam que há uma tendência crescente e bem estabelecida por parte das agências de PC&T no uso de medidas específicas para promoção da cooperação científica, resultando em políticas que incitam a colaboração. Como exemplo, podemos destacar as políticas da Comissão Europeia que apóiam a criação de redes e o comportamento das chamadas “*Big Sciences*” que apóiam iniciativas cujo caráter colaborativo e internacional é requisito fundamental para o financiamento (HOEKMAN et al., 2010).

Também são importantes no estabelecimento de parcerias científicas as tradições históricas e culturais (EL ALAMI et al., 1992) e o conjunto de crenças, valores e técnicas partilhadas por membros de uma determinada comunidade (KUHN, 1970 apud CHAVALARIAS; COINTET, 2008).

As metodologias relacionadas ao estudo da colaboração científica se dividem em dois grupos: a primeira é qualitativa e visa pesquisar os fatores que motivam a colaboração; a segunda é foco deste trabalho e visa, através da análise de dados bibliográficos, mapear e medir de forma quantitativa a colaboração.

Coautoria e estudo da colaboração científica

O método bibliométrico para análise da colaboração científica é o estudo de coautoria (GLÄNZEL, 2002) onde, através do registro da autoria múltipla e afiliação institucional, podemos extrair dados sobre a

colaboração. Entretanto, o juízo de que a autoria múltipla e colaboração são sinônimos deve ser analisado com o pressuposto de que a coautoria é apenas uma das formas de se conhecer a colaboração, não sendo o único indicador de relação estabelecida (CELIS, 2002).

Outro dado a ser levado em consideração é a existência de vários fatores associados à coautoria que transcendem a colaboração *per se* (PARREIRAS et al., 2006), como o reconhecimento de que nem toda colaboração se traduz em coautoria e da existência de elementos subjetivos ligados ao crédito de autoria.

Apesar de serem indicadores parciais, muitos estudos têm utilizado os dados de coautoria para estudo de colaboração. Solla Price foi um dos primeiros defensores do uso de coautoria como instrumento de estudo da colaboração (KATZ; MARTIN, 1997) e, tendo em vista a dificuldades de se medir a colaboração em função de sua complexidade, tais dados se tornaram um dos principais instrumentos de mensuração da atividade colaborativa. Assim, apesar da avaliação de coautoria apresentar limitações, ela é hoje um importante aferidor da prática de colaboração formal, sendo considerado um instrumento válido para análise de colaboração entre diferentes instituições ou países (SANCHO et al., 2006), o que nos fez optar por esta ferramenta na elaboração deste estudo.

Este trabalho busca mapear não só as coautorias entre os países da América Latina na área de Ciência do Solo, mas também expor como estas nações se relacionam com países de outras regiões. É necessário enfatizar que este estudo não abarca a totalidade da colaboração da região na área estudada, sendo somente o retrato disponível em uma das principais bases internacionais.

A fonte dos dados usada no estudo é a base de dados multidisciplinar Scopus. A escolha deve-se à sua abrangência: 16.000 títulos de 4.000 editoras, sendo a base de dados com maior cobertura de publicações internacionais e latinoamericanas ocorridas a partir de 1996.

A expressão de busca que pode ser observada no Quadro 1, combina termos aplicados aos campos: título, resumo e palavras-chave para descrever o assunto (Ciência do Solo), com termos no campo afiliação visando restringir a área geográfica (América Latina), ano de publicação limitando o período (1999-2010) e tipo de documento para focar naqueles de interesse para a análise bibliométrica. Os descritores

para recuperação de
a partir da experim

```
(TITLE-ABS-KEY("soil  
pollutants" OR "soil  
pedogenesis" OR "soil  
PUBYEAR AFT 1998) OR  
"soil water" OR "soil po  
OR "soil mechanics" O  
management" OR "agi  
KEY("soil nutrient" O  
"pedology" OR "edaph  
mapping" OR "soil text  
PUBYEAR AFT 19  
Micromorphology" OR  
Horizons" OR "Soil Cla  
Series" OR "Soil Orde  
1998) AFFILCOUNTR  
venezuela OR peru OR  
panama OR haiti OR  
Salvador" OR nicaragu  
TO(DOCTYPE, "re") O
```

Quadro 1 – Estraté
ci
Ci

A busca, re
que sofreram tr
software Vantage
colaboração. Fora
elaboração da rede

Resultados e disc

A partir d
mapas de coauto
científica na área
dos mapas é impo
ao número de pu
número de coaut

para recuperação dos artigos relativos à área de Solos foram escolhidos a partir da experimentação de diversas estratégias de busca.

Expressão
(TITLE-ABS-KEY("soil quality" OR "soil structure" OR "soil microorganism" OR "soil pollutants" OR "soil amendment" OR "soil erosion" OR "soil classification" OR "pedogenesis" OR "soil degradation" OR "soil aggregate" OR "soil conservation") AND PUBYEAR AFT 1998) OR (TITLE-ABS-KEY("soil science" OR "soil organic matter" OR "soil water" OR "soil pollution" OR "soil property" OR "soil analysis" OR "soil moisture" OR "soil mechanics" OR "soil chemistry" OR "soil nitrogen" OR "soil profile" OR "soil management" OR "agricultural soil") AND PUBYEAR AFT 1998) OR (TITLE-ABS-KEY("soil nutrient" OR "soil fertility" OR "soil study" OR "soil morphology" OR "pedology" OR "edaphology" OR "soil chemistry" OR "soil mapping" OR "digital soil mapping" OR "soil texture" OR "soil texture" OR "soil biology" OR "soil texture") AND PUBYEAR AFT 1998) OR (TITLE-ABS-KEY("Soil Mineralogy" OR "Soil Micromorphology" OR "Soil Clay" OR "Soil Development" OR "Soil Formation" OR "Soil Horizons" OR "Soil Class" OR "Soil Cover" OR "Soil Acidity" OR "Soil Depth" OR "Soil Series" OR "Soil Order" OR "Soil Survey" OR "Soil Research") AND PUBYEAR AFT 1998) AFFILCOUNTRY(brazil OR argentina OR uruguay OR paraguay OR chile OR venezuela OR peru OR bolivia OR colombia OR ecuador OR mexico OR guatemala OR panama OR haiti OR cuba OR belize OR "dominican republic" OR honduras OR "el Salvador" OR nicaragua OR "costa rica") AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "re") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "le"))

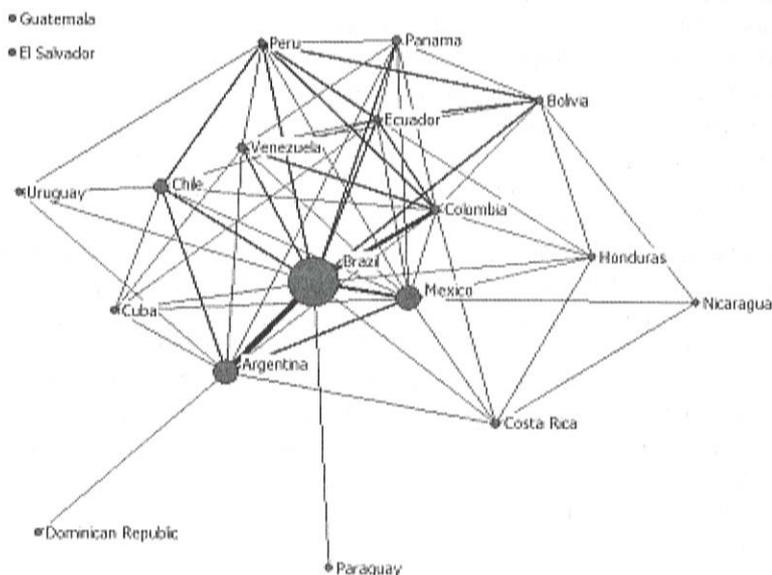
Quadro 1 – Estratégia de busca para recuperação de dados sobre publicações científicas de países da América Latina em Ciência dos Solos na base de dados Scopus.

A busca, restrita aos anos de 1999 a 2010, recuperou 5.554 artigos que sofreram tratamento bibliométrico automatizado através do software VantagePoint que nos possibilitou elaborar matrizes de colaboração. Foram utilizados os softwares Ucinet e Netdraw na elaboração da rede de parcerias.

Resultados e discussão

A partir dos dados coletados na base Scopus foram produzidos mapas de coautoria que vão nos ajudar a compreender a atividade científica na área de Ciência do Solo. Para uma melhor compreensão dos mapas é importante destacar que o tamanho dos nós é proporcional ao número de publicações e a espessura das linhas é proporcional ao número de coautorias.

Na figura 1 é retratada a colaboração científica entre países da América Latina, podendo ser observado que países como Brasil, México e Argentina são os principais produtores de conhecimento no tema, mantendo laços com a grande maioria dos países da região.



Fonte: Scopus (2010)

Figura 1 – Mapa de coautoria latino-americana na área de Ciência do Solo no período de 1999-2010

É interessante destacar a forte colaboração de alguns países com o Brasil: é o caso da Argentina, Colômbia e, em menor escala, do México. Na periferia do mapa estão concentrados os países da porção central do continente americano que não apresentaram coautoria com outros países da região e a República Dominicana que apresenta apenas laços de colaboração com a Argentina. O mapa nos permite identificar os principais nós da rede de cooperação latino-americana: Brasil e Argentina no hemisfério sul e México na porção norte.

A Figura 2 apresenta a colaboração com países externos à região: a rede de cooperação se torna mais robusta, o que indica que a produção científica na área de Ciência do Solo é feita em grande parte através da cooperação com outras regiões do globo. Segundo Leydesdorff e Wagner (2008), este fenômeno pode indicar que a

atividade científica de maior dimensão da área de ciência d

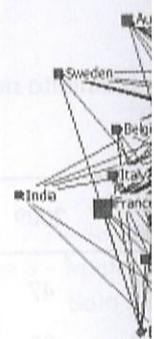
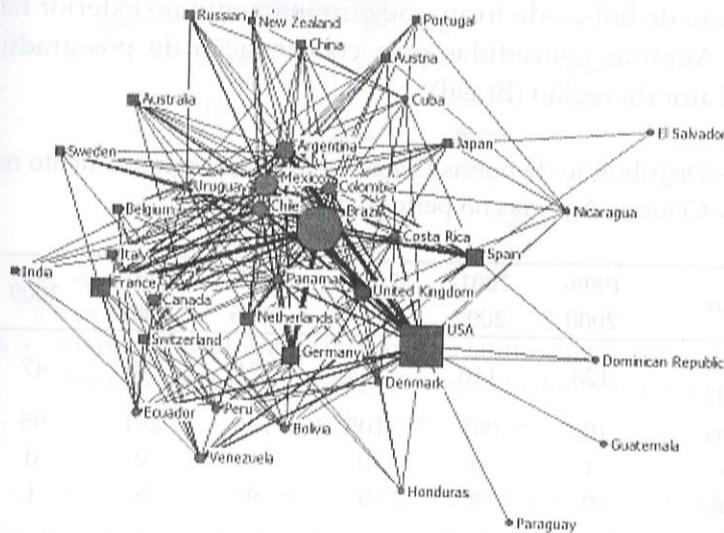


Figura 2 – Mapa de

O mapa no Estados Unidos e Rússia, com forte China e Índia (pa Austrália que ap conhecimento de s considerável colab quantidade de co união cultural e l nações. Os dado fortemente alinh que provavelmen atende demandas notar a parceria climáticas e, por

atividade científica da região busca a atuação com atores internacionais de maior dimensão visando atingir os principais veículos de publicação da área de ciência do solo.



Fonte: Scopus (2010)

Figura 2 – Mapa de coautoria América Latina - Mundo na área de Ciência do Solo no período de 1999-2010

O mapa nos mostra um volume intenso de coautoria com os Estados Unidos e países da Europa Ocidental, além de vínculos com a Rússia, com forte tradição na área de Ciência do Solo (IBGE, 2007), China e Índia (países emergentes no cenário internacional) e com a Austrália que apresenta importantes contribuições na geração de conhecimento de solos para agricultura de precisão. Outro destaque é a considerável colaboração com França e Espanha, demonstrada pela quantidade de conexões de coautoria, que pode ser explicado pela união cultural e linguística entre o continente americano e estas duas nações. Os dados apresentados retratam uma atividade científica fortemente alinhada ao *mainstream* internacional americano e europeu, o que provavelmente indica que a pesquisa em solos na América Latina atende demandas globais por conhecimento. Também é interessante notar a parceria com países que compartilham as mesmas faixas climáticas e, por essa razão, apresentam problemas comuns na área de

agricultura, como no caso da China, Índia e Austrália. Além dos itens apontados, outro fator que influencia a rede de cooperação latino-americana, é a rede social estabelecida através de laços de aprendizado e tal fato pode ser exemplificado pela tabela 1 que nos apresenta a distribuição de bolsas de formação e treinamento no exterior na área de Ciências Agrárias concedidas pela coordenação de pós-graduação do principal ator da região (Brasil).

Tabela 1 - Distribuição de bolsas Capes de formação e treinamento no exterior na área de Ciências Agrárias no período de 1999-2009.

Região	1999-2000	2001-2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008	2009	Total
EUA e Canadá	128	110	113	121	91	47	610
Europa	106	90	103	136	201	95	731
Ásia	1	0	0	0	0	0	1
Oceania	9	9	9	9	5	1	42
América Latina	2	1	2	1	2	2	10
Total							1394

Fonte: Geocapes (2010)

A Tabela 1 nos mostra uma distribuição de bolsas em clara sintonia com a rede exposta na Figura 2 e indica que o peso dos laços estabelecidos durante a formação e treinamento de pesquisadores é considerável na rede de cooperação da região. A Figura 3 apresenta os principais centros de produção do conhecimento em solos na América Latina: das 20 instituições em destaque, 12 são brasileiras e as demais pertencem à Argentina, México e Chile.

Figura 3 – Mapa de Solo no p

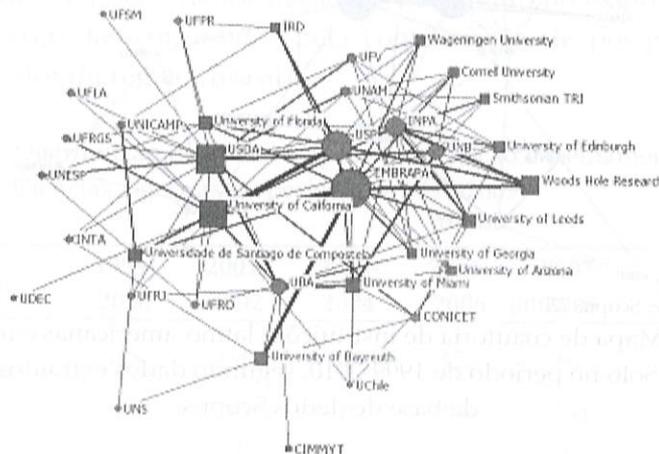
Fonte: Scopus (G

O mapa e cooperação nacio interagir com out limitação decorrer hora de colaboraç parceria em esfer Tecnologia (C&T) países latino-amer

Entre as ir Brasileira de Pesq Paulo (USP) como região e que apre americanas. Outr Buenos Aires (UB y Técnicas – (C Autonomia no M Frontera no Chile.

A coopera dados da Figura apresenta apenas figura 4 é possív

parceiros externos. Através da rede de instituições, nota-se que os centros da região cooperam prioritariamente com instituições americanas e europeias.



Fonte: Scopus (2010).

Figura 4 – Mapa de coautoria de Instituições da América Latina e do mundo na área de Ciência do Solo no período de 1999-2010, segundo dados extraídos da base de dados Scopus.

O mapa nos mostra que a participação dos centros norte-americanos é predominante: Embrapa, USP, INPA e UBA cooperam intensamente com as Universidades de Bayreuth e da Califórnia, Woods Hole Research Center e USDA, revelando uma possível influência destes sobre seus pares latinos.

Considerações finais

Os indicadores aqui apresentados nos permitiram observar alguns fatores que influenciam a prática de colaboração científica e a própria dinâmica da área de Ciência do Solo na América Latina.

A intensa colaboração com os Estados Unidos e diversos países da Europa reflete a relação centro-periferia no que diz respeito ao acesso ao conhecimento e recursos, bem como aos principais veículos difusores de conhecimento da área. Desta forma, fatores como acesso a

expertise, recursos a produção de conl

Os dados ta componentes geog colaboração entre parceiros externos,

A Figura 1 da América Latina da colaboração cieri 2 demonstra a ne outras regiões d semelhantes e que, área de solos.

Os dados d Solo nos permitira colaboração ao maj fatores, com claras importante destaca no estudo, a prática e requer, para con outros registros coli

Referências

- ABRAMO, G.; D'ANCI productivty: is there
 BOZEMAN, B.; CORI scientific and technica
 CELIS, A. R. **A dinâm conhecimento:** um es Tese (Doutorado) – In Campinas, Campinas.
 CHAVALARIAS, D.; dynamical and hierar **Scientometrics**, v. 73,

expertise, recursos e visibilidade podem estar influenciando fortemente a produção de conhecimento em solos na América Latina.

Os dados também demonstram que a rede de aprendizagem, os componentes geográficos e linguísticos também influem na prática de colaboração entre os países latino-americanos e na escolha de seus parceiros externos, como foi visualizado na Tabela 2 e nas Figuras 3 e 4.

A Figura 1 apresenta linhas tênues de coautoria entre os países da América Latina e indica a necessidade de políticas de fortalecimento da colaboração científica na região, bem como a rede exposta na Figura 2 demonstra a necessidade de integração com países africanos e de outras regiões do globo que apresentem zonas pedoclimáticas semelhantes e que, provavelmente, compartilham questões similares na área de solos.

Os dados de coautoria latino-americana na área de Ciência do Solo nos permitiram visualizar importantes aspectos da prática de colaboração ao mapear as redes e confirmar a interferência de diversos fatores, com claras implicações para a área de PC&T. No entanto é importante destacar que, apesar dos aspectos importantes levantados no estudo, a prática de colaboração científica é uma atividade complexa e requer, para composição de um retrato mais completo, o acesso a outros registros colaborativos e a estudos qualitativos da prática.

Referências

- ABRAMO, G.; D'ANGELO, C. A.; DI COSTA, F. Research collaboration and productivity: is there correlation? **High Education**, v. 57, p.155-171, 2009.
- BOZEMAN, B.; CORLEY, E. Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. **Research Policy**, v. 33, p. 599-616, 2004.
- CELIS, A. R. **A dinâmica da comunidade científica na produção do conhecimento: um estudo da imunologia no Brasil e na Colômbia**. 2002. 235 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CHAVALARIAS, D.; COINTET, J. P. Bottom-up scientific field detection for dynamical and hierarchical science mapping, methodology and case study. **Scientometrics**, v. 73, n. 1, p. 249-263, 2008.

EL ALAMI, J.; DORE, J. C.; MIQUEL, J. F. International scientific collaboration in arab countries. *Scientometrics*, v. 23, n. 1, p. 249-263, 1992.

GEOPAPES. **Distribuição de bolsistas da Capes no exterior: ciências agrárias.** Disponível em: <<http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/>>. Acesso em: 3 set 2010

GLÄNZEL, W. Coauthorship patterns and trends in the sciences (1980.1998): a bibliometric study with implications for database indexing and search strategies. *Library Trends*, v. 50, p. 461.473, 2002.

HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; TIJSEN, R. J. W. Research collaboration at a distance: changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, v. 30, p. 662-673, 2010.

IBGE. **Manual técnico de Pedologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

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

KRAUSKOPF, M.; VERA, M. I.; KRAUSKOPF, V.; WELLJAMS-DOROF, A. A citationist perspective on science in Latin America and the Caribbean, *Scientometrics*, v. 34, n. 1, p. 3-25, 1995.

KRETSCHMER, H.; AGUILLO, I. F. Visibility of collaboration on the Web. *Scientometrics*, v. 61, n. 3, p. 405-426, 2004.

LEYDESDORFF, L.; WAGNER, C. S. International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, v. 2, p. 317-325, 2008.

NARIN, F.; STEVENS, K.; WHITLOW, E. S. Scientific cooperation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*, v. 21, n.3, p. 313-323, 1991.

NETDRAW. Disponível em:
<<http://www.analytictech.com/netdraw/netdraw.htm>>

OCDE. **Ministerial declaration on international science and technology cooperation for sustainable development.** Paris: DSTP/STP, 2003. 34 p.

PARREIRAS, F.; SILVA, A. B. de O.; MATHEUS, R. F.; BRANDÃO, W. C. RedeCI: colaboração e produção científica em ciência da informação no Brasil. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, dez. 2006

SANCHO, R.; MORILLO, F.; DE FILIPPO, D. GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, M. T. Indicadores de colaboración científica inter-centros en los países de América Latina. *Interciencia*, v. 31, n. 4, p. 284-292, 2006.

SCOPUS. Disponível em:
THE VANTAGE POINT
UCINET. Disponível em:
WAGNER, C. S.; LEYDESDORFF, L. The growth of international scientific collaboration. *Journal of Informetrics*, v. 10, p. 1608-1618, 2006.

cientific collaboration
992.

rior: ciências agrárias.
;/>. Acesso em: 3 set

ciences (1980.1998): a
g and search

collaboration at a
on within Europe.

IBGE, 2007.

? **Research Policy**, v.

AMS-DOROF, A. A
Caribbean,

tion on the Web.

ation in science and
p. 317-325, 2008.

ation in Europe
netrics, v. 21, n.3,

technology co-
03. 34 p.

IDÃO, W. C.
rmação no Brasil.
1, n. 3, dez. 2006

RNÁNDEZ, M. T.
íses de América

SCOPUS. Disponível em: <<http://www.info.sciverse.com/scopus>>

THE VANTAGE POINT. Disponível em: <www.thevantagepoint.com>

UCINET. Disponível em: <<http://www.analytictech.com/ucinet/>>

WAGNER, C. S.; LEYDESDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. **Research Policy**, v. 34, n. 10, p. 1608-1618, 2005.