



Número:
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

RICARDO ARCANJO DE LIMA

*ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA ATIVIDADE CIENTÍFICA EM
BIOPROSPECÇÃO (1986 - 2006)*

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Orientadora: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto – 2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP**
Bibliotecário: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283

L628a Lima, Ricardo Arcanjo de.
Análise bibliométrica da atividade científica em biopros-
pecção (1986-2006) / Ricardo Arcanjo de Lima. -- Campinas,
SP : [s.n.], 2007.

Orientador: Lea Maria Leme Strini Velho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências.

1. Diversidade biológica. 2. Bibliometria. 3. Recuperação
da informação. 4. Banco de dados. 5. Indicadores (Biologia).
I. Velho, Lea Maria Leme Strini. II. Universidade Estadual de
Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Título e subtítulo em inglês: Bibliometric analysis of scientific activity in
Bioprospection (1986-2006).

Palavras-chave em inglês (Keywords): Biodiversity, Bibliometrics,
Information retrieval, Data bases, Biological indicators.

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: Lea Maria Leme Strini Velho, Sandra de Negraes
Brisolla, Maria de Cleofas Faggion Alencar.

Data da Defesa: 23-08-2007.

Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTOR: RICARDO ARCANJO DE LIMA

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA ATIVIDADE CIENTÍFICA EM
BIOPROSPECÇÃO (1986-2006)

ORIENTADORA: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Aprovada em 23/08/2007

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Cia Maria Strini Velho - Presidente

Profa. Dra. Sandra de Negraes Brisolla

Sandra de Negraes Brisolla

Profa. Dra. Maria de Cleofas Faggion Alencar

Maria de Cleofas Faggion Alencar

Campinas, 23 de agosto de 2007

iii

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
CÉSAR LATTES
DESENVOLVIMENTO DE COLEÇÃO

857647008

Aos meus *pais* Donizetti e Marinalva
Aos meus *irmãos* Sabrina e Douglas
A minha *namorada* Luana

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pela concessão da bolsa que permitiu a realização e conclusão desta dissertação de Mestrado.

Ao Banco Santander - Banespa pela concessão da Bolsa de Mobilidade Internacional que me permitiu realizar uma estância de pesquisa no Grupo de Estudos Métricos da Informação na Universidade Carlos III de Madrid.

Á Professora Léa Velho, orientadora desta dissertação, por me guiar nesta etapa de formação acadêmica e me inserir em seu grupo de pesquisa “Natureza e Impacto de Parcerias Norte-Sul na Produção e Utilização de Conhecimento em Bioprospecção,” onde pude contar com seu apoio, paciência, exigência e cuidadosa leitura.

Ao Professor Leandro de Faria, co-orientador desta dissertação, pela compreensão, apoio e auxílio inestimável na formulação da estratégia de busca e tratamento dos dados para análise bibliométrica.

A Professora Sandra Brisolla e Maria de Alencar, por seus valiosos comentários durante o exame de qualificação, os quais me permitiram aperfeiçoar a análise e apresentação dos resultados.

Ao Professor Javier Bustamante, meu orientador no Programa Santander-Banespa de Mobilidade Internacional.

Ao Professor Elias Sanz Casado, pelo apoio e orientação no grupo de Estudos Métricos de Informação.

Aos Professores do DPCT pelos conhecimentos transmitidos durante as aulas e seminários.

A Valdirene, Edinalva e demais funcionários do Instituto de Geociências da UNICAMP pela colaboração e disponibilização dos recursos administrativos e materiais.

A minha família por sempre me acompanhar com seu amor e carinho.

A Luana por seu apoio permanente, por suas generosas doses de compreensão e alento nas
continuas separações...

As minhas amigas Elizabete, Gabriela e Sabine, grandes companheiras nas horas difíceis do
mestrado.

A todos os colegas do DPCT por me brindarem com sua acolhida incondicional e companheirismo.

A Deus por tudo.

E a terra produziu erva, erva dando semente conforme a sua espécie, e a árvore frutífera, cuja semente está nela conforme a sua espécie; e viu Deus que era bom.

Gênesis 01:12

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1/2
CAPÍTULO 1 CONTEXTUALIZAÇÃO	3/27
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28/29
CAPÍTULO 2 DELIMITAÇÃO DE UMA ÁREA MULTIDISCIPLINAR PARA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA. O CASO DA BIOPROSPECÇÃO.	30/58
CAPÍTULO 3 INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE COOPERAÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL EM BIOPROSPECÇÃO	59/77
CAPÍTULO 4 INDICADORES IBERO-AMERICANOS DE ATIVIDADE CIENTÍFICA EM BIOPROSPECÇÃO.	78/91
CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92/100
REFERÊNCIAS	101/104
APÊNDICE	105/108



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

Análise Bibliométrica da Atividade Científica em Bioprospecção (1986 - 2006)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Ricardo Arcanjo de Lima

Esta dissertação visa analisar a dinâmica da atividade científica na área de bioprospecção, através do tratamento bibliométrico em registros indexados na base de dados *Science Citation Index (SCI)*, contribuindo para as atividades de investigação científica e tecnológica e aportando procedimentos metodológicos e indicadores para o estudo da produção e cooperação científica nesta área. Foram recuperados - através de processo de delimitação da área na base SCI - registros relativos ao período de 1996-2006 que, após tratamento bibliométrico, geraram indicadores que permitiram caracterizar a evolução temporal da produção de artigos científicos, a contribuição por área temática, países, instituições e a cooperação científica através da co-autoria. O estudo aponta que a dinâmica da área está concentrada nos países tidos como centrais, mas revelou uma contribuição importante de alguns países periféricos como o Brasil, além de reafirmar a urgência do estabelecimento de políticas científicas nos países biodiversos que apresentaram atividade científica débil neste setor.



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

“Bibliometric analysis of scientific activity in bioprospection (1986-2006)”

ABSTRACT

Dissertation

Ricardo Arcanjo de Lima

This speech is to analyse the scientific activity dynamic in the bioprospection area, through the bibliometric treatment in indexed registers in the data base Science Citation Index (SCI), contributing to the scientific investigation and technology activities and indicating procedure metodologics and indicators to the production and cooperation study in this area. It was recovered – through the delimitation process in the base area SCI – related to the registers in the period from 1986 to 2006 that, after bibliometric treatment, it was created indicators that allowed to characterize the temporal evolution of the scientific articles, the contribution of the thematic area, countries, institutions and the scientific cooperation through the co-authorship. The study shows that the area dynamics is concentrated in the countries that are considered such as centrals, but it revealed an important contribution of some boundary countries such as Brazil and Spain, beyond to reaffirm the urgency of the scientific policy in the biodiverse countries that show poor scientific activities in this area.

INTRODUÇÃO

Sendo a pesquisa científica uma atividade social de extrema importância, fator de desenvolvimento socioeconômico de uma nação, faz-se imperativo conhecer os resultados desta atividade à qual a sociedade destina uma parcela significativa de seus recursos. Desse modo, é premente o conhecimento de seus resultados e a constante avaliação dos mesmos que, segundo Spinak (1998), visa obter informações a respeito do êxito dos objetivos estabelecidos pela política científica de cada país e valor da atividade científica no contexto desta sociedade.

Tendo em vista esta necessidade, o interesse por conhecer o comportamento e as peculiaridades da produção e da comunicação científica - mediante estudos métricos da informação aplicados à literatura científica – aumentou consideravelmente. Estudos com este enfoque revelaram-se uma forma segura de obter informações úteis para a tomada de decisão em matéria de política científica e tecnológica (PCT).

É mediante esta premissa que se realiza este estudo sobre o comportamento bibliométrico da produção e cooperação científica na área de bioprospecção. Tal estudo visa à identificação das principais regularidades presentes nessa área de atividade, propondo um modelo de identificação e recuperação de registros de áreas multidisciplinares.

É importante destacar que, para efeito de análise da atividade científica, esta é definida em termos bibliométricos como a soma de todos os produtos científicos individualizados gerados em uma determinada comunidade (nacional, internacional, setorial, etc.) durante um período de tempo e fisicamente identificados como publicações, qualquer que seja o seu formato (FERREIRO 1993).

O Problema Investigado

Identificar e analisar o comportamento e as regularidades da produção e cooperação científica na área de bioprospecção, através da aplicação de métodos bibliométricos automatizados, esperando contribuir para a tomada de decisões em matéria de política científica e tecnológica.

Limite Temporal

Os dados usados na construção dos indicadores se referem ao período de 1986 à 2006, totalizando 25.258 registros analisados.

Objetivo geral

Analisar a dinâmica da comunidade científica na área de bioprospecção, através do tratamento bibliométrico em registros indexados na base de dados *Science Citation Index*, almejando contribuir para as atividades de investigação científica e tecnológica nesta área, aportando procedimentos metodológicos e indicadores para o estudo da produção e cooperação científica.

Objetivos específicos

- Propor um modelo metodológico que consiga conciliar a diversidade terminológica presente na área de bioprospecção
- Identificar as constantes da produção científica em bioprospecção: produtividade, concentração temática, geográfica e co-autoria.

CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Avaliação da Atividade Científica

Dado que a pesquisa científica é uma atividade social com grande importância na sociedade moderna, sua avaliação se torna cada vez mais importante, uma vez que é preciso conhecer os resultados dos recursos que a sociedade destina a esse segmento. SANCHO (2001) menciona que os conhecimentos produzidos pelas atividades de ciência e tecnologia (C&T) são fatores determinantes para a obtenção do bem estar social, crescimento econômico e competição internacional, considerando o processo científico como uma balança de custo – benefício, onde os investimentos são tangíveis e os resultados e benefícios intangíveis.

Moravcsik (1989) destaca três razões de fundamental importância que justificam a preocupação com a avaliação da ciência:

1 - *Os resultados são intangíveis.* Uma vez que os resultados da ciência são o conhecimento e compreensão do mundo que nos rodeia, e como estes resultados não são óbvios e nem tangíveis, é importante realizar avaliações que permitam comprovar o “rendimento” da ciência.

2- *Grande impacto.* Tendo em vista sua grande influência na vida moderna, é importante que se conheça a organização, a dinâmica das atividades científicas, cujos fundos provêm, em sua maioria, do setor público e de organizações privadas, desejosos em conhecer como são aproveitados os recursos nela empregados.

3- *Produtividade arriscada.* A ciência é uma área de investimento potencialmente de alto risco, sendo preciso certificar-se de que os recursos designados possam resultar em benefício para o setor produtivo e para a sociedade em geral.

A avaliação é um componente importante da atividade científica, cujo processo não se limita à simples coleta de dados, procurando responder, através da análise de suas múltiplas facetas, questões que permeiam a produção do conhecimento científico. (SPINAK, 1998). Neste sentido, o ponto fundamental ao se avaliar a atividade científica é verificar se a pesquisa e sua publicação contribuem realmente para o progresso da sociedade onde se encontra.

1.1.1 Ferramentas para a avaliação da produção científica

A metodologia relacionada com a avaliação científica se divide em dois grupos: o que trabalha com métodos qualitativos e o que se concentra nos aspectos quantitativos.

O primeiro infere a qualidade da produção científica em vários aspectos e se realiza principalmente através da avaliação por pares, também conhecida pelo termo inglês *peer review*. O segundo é o foco desta dissertação e trabalha com os indicadores científicos de atividade e de ligação, construídos através da aplicação da bibliometria à literatura científica.

1.2 Bibliometria

Bibliometria é o estudo dos aspectos quantitativos da produção científica, disseminação e uso da informação registrada. Termo usado pela primeira vez por Pritchard em 1969, a bibliometria desenvolve padrões e modelos matemáticos de medição, usando seus resultados para elaborar previsões e apoiar tomadores de decisão. (MACIAS-CHAPULA, 1998). Sanz Casado (2000) a define como a disciplina que mede a atividade científica e social, verificando tendências através do estudo e análise da literatura registrada em qualquer tipo de suporte.

Antes restrita basicamente à área de documentação e informação - utilizada para contabilizar o número de revistas por biblioteca e identificar os periódicos que constituem o núcleo, as fontes secundárias e a periferia de uma disciplina – a bibliometria hoje é empregada em vários campos do conhecimento (OKUBO, 1997):

- *História da ciência*: revela o desenvolvimento das disciplinas científicas traçando os movimentos históricos que se revelam nos resultados obtidos pelos pesquisadores.

- *Ciências sociais*: através do exame da literatura científica analisa as comunidades científicas, suas estruturas e redes de pesquisadores.

- *Política científica*: fornece indicadores para medir a produção científica e, assim, constituir uma base para sua avaliação, manutenção e desenvolvimento.

Segundo Glänzel (2002) pode-se dividir a bibliometria em três grupos principais: Bibliometria para os bibliométricos (investigação básica em bibliometria), bibliometria para as disciplinas científicas (informação científica) e bibliometria para a política científica. Está última é a “avaliação” da pesquisa científica, com relevância considerável na atualidade, pois a bibliometria se converteu em uma ferramenta padrão da política científica e da administração dos recursos de pesquisa.

Neste âmbito, Sanz Casado (2000) afirma que a bibliometria tem um vasto campo de aplicações:

- Avaliação da atividade científica em diversas disciplinas, sendo útil na identificação do nível de desenvolvimento científico de cada uma delas, apontando temas de pesquisa, os principais autores e as relações que mantêm com outras disciplinas.
- Avaliação de instituições e grupos científicos visando caracterizar a evolução da atividade decorrida ou atual, apresentando entidades consolidadas ou em desenvolvimento.
- Avaliação da transferência de tecnologia que se produz em um país, setor ou empresa; avaliação da transferência de resultados de pesquisa para o setor empresarial promovidos nas universidades e institutos de pesquisa; e avaliação da transferência que ocorre entre ciência e tecnologia.

Os resultados obtidos ao analisar quantitativamente os dados de publicação científica permitem uma visão simples do processo de comunicação científica, identificando o que ocorre no campo da pesquisa, além de aportar critérios válidos para complementar os enfoques qualitativos e de valoração da atividade de pesquisa que se faz por outros meios. Visto que o sistema de publicações é um importante elemento da comunicação científica e a bibliometria possui diferentes métodos quantitativos que são úteis para analisar as atividades científicas, a bibliometria se coloca, então, como ferramenta eficiente na avaliação de tendências das diferentes ciências.

1.2.1 Indicadores bibliométricos

O uso da bibliometria como ferramenta de mensuração se deve, em parte, à proliferação e disponibilidade de fontes e recursos de informação secundários em formato digital. Conhecidas como bases de dados - consequência direta do avanço das chamadas TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) – estas fontes informatizadas tornaram

possível o acesso e a manipulação de grandes volumes de dados de qualquer ponto do planeta.

Nesse ambiente, destacam-se as bases de dados da *Thompson Scientific (Science Citation Index - SCI; Social Science Citation Index – SSCI; e Arts and Humanities Citation Index - A&HCI)*, atualmente os únicos sistemas reconhecidos em termos globais que permitem a obtenção de indicadores de impacto científico e que registram a disponibilizam a afiliação institucional de todos os autores de determinada publicação. Devido a essa última característica, essas bases de dados possibilitam a realização de estudos de grande escala sobre a cooperação científica, ainda que sejam conhecidas suas limitações.

De acordo com Faria (2001), para a criação dos indicadores bibliométricos existem dois requisitos principais: a frequência, que é o número de registros em que um elemento aparece ao menos uma vez, e a co-ocorrência, ou seja, o número de registros em que dois elementos ocorrem simultaneamente. A partir dos dados obtidos da contagem de publicações, é possível elaborar listas de frequência ou *rankings* de pesquisadores, instituições e países. Estas listas serão posteriormente analisadas, originando importantes informações como padrões de co-autoria e produtividade.

Os indicadores bibliométricos podem ser classificados em indicadores de publicação ou de impacto.

... é possível agrupar a grande maioria de tais indicadores em duas categorias básicas: os indicadores de publicação – que medem a quantidade e o impacto das publicações – e os indicadores de citação – que medem a quantidade e o impacto das vinculações ou relações entre publicações. (DAVYT & VELHO, 2000)

Os indicadores de publicação podem ser divididos em indicadores de atividade e de ligação.

Indicadores de atividade ou de publicação são criados a partir da contagem de publicações e visam à elaboração de listas de frequência ou ranking de pesquisadores, instituições, empresas e países (FARIA, 2001). Este tipo de indicador permite identificar os autores mais produtivos de uma determinada área, analisar sua evolução no decorrer dos anos e mapear quais são os temas de pesquisa prioritários de cada país, dentre outras possibilidades. São os mais simples de se trabalhar uma vez que se restringem à contagem do número de publicações de determinados grupos, instituições ou países, permitindo conhecer o desenvolvimento destes elementos.

Os indicadores de ligação ou cooperação “têm sido aplicados para a elaboração de mapas descritivos do conhecimento e de redes de relacionamentos entre pesquisadores, instituições e países” (FARIA, 2001), sendo de fundamental importância, pois contam os relacionamentos entre os diversos campos de uma base de dados. São importantes para a identificação das parcerias entre autores ou entre instituições e para mostrar ligações entre temas ou áreas de pesquisa. Exemplificando, o estudo de Urbizagastegui Alvarado e Oliveira (2001) analisou a produtividade de autores na Antropologia brasileira e constatou a existência de quatorze autores de alta produtividade, mas que publicam seus artigos de forma isolada, havendo, portanto, um diminuto índice de parcerias. Com base nesse estudo, e levando em consideração o papel fundamental da cooperação na produção de conhecimento, é possível criar instrumentos de política científica que estimulem tal atividade colaborativa.

Os indicadores de cooperação científica são obtidos através da identificação e contagem dos endereços de instituições em que trabalham os investigadores que entrevistaram na realização da pesquisa, tendo como base a porcentagem de documentos assinados por mais de uma instituição. Quando é necessário contabilizar as instituições a partir dos artigos que assinaram os autores (BELLAVISTA et al., 1997), o indicador mais utilizado é o de co-autoria, que mede a taxa de documentos assinados por mais de um autor em um conjunto de contribuições.

Porém, muitas vezes a participação na realização do estudo não se reverte em co-autoria, razão pela qual as notas de agradecimentos começam a despertar grande interesse nos estudos de bibliometria.

Por fim, os indicadores de impacto são criados a partir da contagem de citações, Desta contagem deriva o mais notório índice de avaliação que é o Fator de Impacto, calculado freqüentemente pelo *Institute for Scientific Information* (ISI) para os periódicos indexados na base *Science Citation Index*, com base nas citações recebidas pelos artigos publicados nesses periódicos nos últimos anos.

O Fator de Impacto é uma medida de qualidade dos periódicos, embora seja freqüente e erroneamente utilizado para medir a qualidade dos pesquisadores (RINIA, et. al. 1998). No entanto, não se pode negar que, indiretamente, tal Fator fornece elementos, ainda que restritos, para “avaliar” a qualidade dos autores, uma vez que as citações se referem aos artigos e não às revistas.

Para calcular o Fator de Impacto costuma-se atribuir valor a um artigo que foi publicado em uma revista indexada em bases de dados internacionais e também pelo número de citações que o artigo recebeu; porém, "convém destacar que, no plano da análise, o fato de um conjunto particular de trabalhos ser momentaneamente ou temporariamente ignorado não significa baixa qualidade" (STREHI e SANTOS, 2002). Para ilustrar essa afirmação, pode-se dar o exemplo da biotecnologia que, até há pouco tempo, era uma área do conhecimento pouco pesquisada, da qual se originam artigos que, dez anos atrás, não tinham o valor que têm hoje.

Além da contagem e manipulação de dados de publicação e citação, a bibliometria tem-se sofisticado e dado origem a novas frentes de estudos que entram na análise dos conteúdos da internet, uma vez que a web está se tornando, cada vez mais, um importante meio de comunicação para a ciência e a academia, razão pela qual os estudos quantitativos da informação estejam se estendendo também a este ambiente. (CRONIN e MCKIM,

1996). Nesse contexto surge outra área na família dos estudos métricos da informação, denominada Webometria ou Cybermetria.

1.2.2 Bibliometria Automatizada

Conforme exposto acima, o aumento do uso da bibliometria como instrumento de mensuração científica deve-se, sobretudo, ao salto tecnológico alcançado pelas bases de dados, facilitando o acesso a seu conteúdo. Neste contexto, o surgimento de softwares de *Data Mining* têm um papel fundamental.

Na década de 80 é que começaram a ser desenvolvidas ferramentas para permitir a automatização da análise bibliométrica, consistindo na produção de indicadores bibliométricos a partir de dados extraídos de bases de dados eletrônicas com o auxílio do computador. A análise automatizada passa pelas etapas de:

- a) recuperação dos dados;
- b) preparação dos dados para análise - criação de novos campos, remoção de duplicações e padronização dos dados;
- c) tratamento bibliométrico dos dados para contagem de ocorrências de palavras nos registros recuperados e criação de listas e matrizes;
- d) tratamento estatístico;
- e) representação gráfica para facilitar o entendimento da análise (FARIA, 2001).

A bibliometria automatizada é possível através do uso de alguns softwares como o **Infotrans**, *software* de reestruturação de dados desenvolvido pela empresa alemã I+K, que permite o rearranjo automatizado da estrutura dos dados recuperados em bases de dados eletrônicas (FARIA, 2001), facilitando o trabalho dos softwares de *Data Mining*; **Dataview**, *software* bibliométrico de extração de indicadores de tendência elaborado pelo Centre de *Recherche Rétrospective de Marseille* (CRRM) da Universidade Aix-Marseille III, Centre de St. Jérôme, Marselha, França (QUONIAM et al, 2001) e o **VantagePoint**, *software* que permite a extração de conhecimento de bases de dados, a partir de dados extraídos de uma busca em bases de dados. A automatização torna possível obter um grande volume de dados organizados para, posteriormente, serem analisados.

Nos capítulos 2 e 3 deste estudo para tratamento bibliométrico, foi utilizado o *software VantagePoint*, que nos possibilitou trabalhar automaticamente com cada um dos campos da base, listando e agrupando as informações contidas nos registros da área de bioprospecção. Na análise do capítulo 4 foi adotado um método alternativo de tratamento bibliométrico através do sistema *Oracle Business Intelligence*.

A bibliometria, entretanto, não é apenas um conjunto de técnicas estáticas para trabalhar e analisar dados de publicação científica. Ela só tem valor quando aplicada a alguma área do conhecimento específica ou à totalidade da produção científica. Em ambos os casos, o que se vai buscar na literatura científica e onde se vai buscar (isto é, em qual base de dados) depende dos objetivos que se tenha. Portanto, as técnicas mais apropriadas, assim como as fontes de informação e o referencial de análise dos resultados obtidos estão estreitamente ligados às perguntas que se quer responder.

Nesta dissertação, utiliza-se a bibliometria para iluminar aspectos da dinâmica de produção de conhecimento em uma área multidisciplinar, qual seja, a bioprospecção. O primeiro aspecto é a identificação das áreas do conhecimento que mais sistematicamente contribuem para a produção do conhecimento em bioprospecção. O segundo é conhecer os países que mais publicam sobre esse tema e como se colocam, nesse contexto, os países latino-americanos, principalmente aqueles chamados mega-diversos. Finalmente, sendo

uma área em que se espera alta atividade de cooperação científica, principalmente entre os detentores de biodiversidade (países do Sul) e as grandes potências científicas (países do Norte), busca-se analisar as atividades de cooperação na produção de conhecimento em bioprospecção.

A seção que se segue faz uma breve caracterização da área de bioprospecção, assim como das razões para sua importância crescente.

1.3 Biodiversidade e Bioprospecção

O tema diversidade biológica e bioprospecção têm estado em foco frequentemente nos últimos anos desde a ECO 92, mas o termo já é debatido em escala mundial desde a conferência de Estocolmo sobre desenvolvimento e meio ambiente em 1972 (GURGEL, 2004). Essa temática tornou-se de fundamental importância para os países detentores de biodiversidade como o Brasil (Sul), que procuram salvaguardar seus direitos e sua participação na exploração de recursos oriundos de sua diversidade biológica, bem como para os países ditos desenvolvidos (Norte), que, detendo recursos financeiros e tecnológicos suficientes, buscam explorar a diversidade biológica existente nas nações do Sul.

1.3.1 Biodiversidade

Para que se compreenda o tema bioprospecção, é necessário passar pela temática da biodiversidade e suas implicações, pois os dois encontram-se entrelaçados.

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) define biodiversidade como:

A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Tal definição engloba toda a variabilidade de organismos vivos, totalidade dos genes, espécies, ecossistemas e complexos ecológicos, ou seja, a biodiversidade é a variedade de seres vivos existentes na biosfera.

1.3.2 Marco Legal

Em julho de 1992 ocorreu o primeiro encontro mundial sobre a conservação e utilização sustentável da biodiversidade com 175 países signatários, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), cujo objetivo era:

- a conservação da Biodiversidade;
- a utilização sustentável da Biodiversidade;
- a participação justa e equitativa dos benefícios extraídos da comercialização e outras formas de uso dos recursos genéticos.

Nessa convenção, a conservação da biodiversidade foi tratada pela primeira vez como interesse comum da comunidade internacional e foi destacado o seu importante papel no processo de desenvolvimento dos países.

Para Albagli (2001), a convenção introduziu novos paradigmas ao que concerne a questão da biodiversidade, considerando-a também no plano genético, atrelando a sua conservação ao uso sustentável e condicionando o acesso a recursos genéticos à transferência de tecnologias. Além disso, reconhece os direitos e deveres dos Estados Nacionais sobre seus recursos genéticos e biológicos e incorpora a preocupação com os interesses e benefícios das populações tradicionais, sendo a participação das populações locais nesse processo um dos grandes “nós” da questão a respeito da bioprospecção e a divisão de seus benefícios.

A Convenção sobre Diversidade Biológica inaugurou um novo regime relativo à questão do acesso a recursos genéticos, ao reconhecer a autoridade dos Estados-Nações sobre a coleta e o uso de material genético localizado em seus territórios (ALBAGLI, 2001). Isto provocou grandes mudanças no enfoque sobre diversos assuntos relacionados ao

manejo sustentável da biodiversidade, como conservação *in-situ* e *ex-situ*, uso sustentável dos recursos biológicos, acesso aos recursos genéticos e tecnologias relevantes, repartição dos benefícios e biossegurança.

Mas, como interpelam Boisvert e Caron (2002), já que a convenção articula conservação com o uso comercial dos recursos biológicos, para assim gerar desenvolvimento, a pergunta é: desenvolvimento para quem? É possível que a CDB procure dar maior autonomia aos países em desenvolvimento e incluir as comunidades locais e indígenas como beneficiárias desse processo. Entretanto, enquanto imperar uma visão que fragmenta a biodiversidade e que desconsidera a existência indissolúvel de uma união entre os recursos biológicos e os componentes intangíveis fornecidos pelas comunidades locais e indígenas, não haverá solução inovadora nesse sentido.

Desenvolver uma estrutura legal, institucional, reguladora e administrativa que possua condições de cumprir os objetivos preconizados na convenção sobre diversidade biológica constitui um dos maiores desafios hoje enfrentados pelas nações biodiversas, tendo em vista a importância da biodiversidade como variável geopolítica. (GURGEL, 2004)

1.3.3 Valoração econômica da biodiversidade e bioprospecção

Na conjuntura em que o déficit em biodiversidade é uma realidade, sendo provocado por fatores como a expansão das atividades econômicas relacionadas à pecuária e à agricultura, pode-se constatar que a sua conservação e o seu uso sustentável são inseparáveis das questões sociais e econômicas.

Como colocado por Assad (1999), valorar recursos naturais como a biodiversidade é questão não resolvida e complexa, relacionada com incertezas, irreversibilidades e singularidades dos impactos do homem sobre o meio ambiente, sendo muito difícil mensurar um valor real de perda: o que o mundo perde com a diminuição da biodiversidade

provocada pela devastação das florestas tropicais? Essa conta ainda é muito imprecisa e seu resultado controverso.

A biodiversidade apresenta valores de mercado e não mercadológicos, ou seja, existem recursos da biodiversidade que apresentam valores de maior visibilidade, como produtos vegetais, e outros mais difíceis de serem quantificados.

Há bens que podem ser valorados diretamente em mercados, como castanhas e látex. Contudo, várias das funções prestadas pela biodiversidade não são negociadas em mercados. Ninguém paga pelas funções de regulação climática das florestas. A falta de mercados para estas funções dificulta a percepção total dos valores econômicos da biodiversidade. Assim, estes valores ficam subavaliados, estimulando a conversão do solo em cultivos ou pastagens, alternativas de uso do solo que têm valores imediatamente identificados pelos mercados através dos preços. (PAVARINI, 2000).

Um dos maiores problemas para a valoração da biodiversidade é a falta de informação sobre seu real impacto e a associação da mesma ao bem coletivo, pois seus serviços de regulação são fundamentais à existência da vida, sendo os beneficiários desses serviços toda a população global.

A valoração é importante não apenas para que os recursos biológicos entrem nas transações de mercado, mas principalmente para sua preservação. Tendo os dados de valor desses recursos, pode-se tomar a decisão mais “adequada”, da perspectiva econômica.

Ocasionalmente há uma contradição entre o interesse econômico individual, ou local, e o universal ou coletivo, e o de curto e longo prazo, que podem estar na base das decisões econômicas, principalmente as de investimento no capitalismo, que são tomadas por agentes individuais. Convém notar que o interesse comercial crescente em relação à biodiversidade não aumenta necessariamente o interesse na conservação do recurso.

Apesar da dificuldade encontrada na valoração dos recursos biológicos, para Albagli (2001), ela é uma das motivações da emergência da problemática da biodiversidade. No novo paradigma técnico-econômico para o qual a sociedade está caminhando, passamos de uma economia baseada no uso intensivo de recursos naturais para outra, alicerçada no uso da informação e conhecimento, no qual o avanço da fronteira científica possibilita o surgimento de biotecnologias avançadas como a manipulação genética. Expandindo as aplicações da biodiversidade e movimentando importantes segmentos econômicos, surge a bioprospecção.

Em termos bem amplos, a bioprospecção ou prospecção da biodiversidade consiste na identificação e avaliação de material biológico encontrado na natureza para a obtenção de novos produtos ou processos (ARTUSO, 2002), sendo uma atividade apoiada em todo um conjunto de conhecimentos e práticas que emergem com o desenvolvimento do capitalismo e do conhecimento científico-tecnológico (TRIGUEIRO, 2006).

A atividade de bioprospecção tem ganhado destaque no sistema econômico atual e proliferam produtos como remédios e cosméticos oriundos da prospecção biológica. Essa atividade tem gerado uma ampla gama de conhecimento científico no esforço de explorar os recursos biológicos, não se limitando ao contexto da natureza a ser explorada, mas utilizando também o conhecimento tradicional associado.

Tendo por base a geração deste conhecimento científico, este estudo pretende mapear a produção e a cooperação científica na área de bioprospecção, utilizando a

bibliometria como instrumento para geração de indicadores e visando apreender a dinâmica científica dessa atividade

1.4 Metodologia

Ao abordar a problemática da delimitação em bases de dados de áreas multidisciplinares como a bioprospecção, faz-se necessário - além de descrever os passos seguidos na recuperação dos dados para o estudo - limitar o que vem a ser e como estão estruturadas as bases de dados e os processos de recuperação da informação, com destaque para a *Science Citation Index*.

1.4.1 Bases de Dados

As bases de dados científicas, em especial as bibliográficas, apresentam-se cada vez mais como importante fonte de informação para o diagnóstico de um sistema de C&T, uma vez que indexam o principal meio de difusão do conhecimento científico, os *papers*. Para Pereira et al (1999), a importância das bases de dados define-se justamente por seu uso crescente na produção de indicadores de C&T e, mais recentemente, para produzir estudos estratégicos, área de conhecimento que se organiza sob a denominação de inteligência competitiva.

Apesar de desempenharem papel importante como fontes de dados, as bases internacionais possuem certas limitações inerentes, que devem ser levadas em conta quando do seu emprego como fonte de informação da atividade científica em um sistema de C&T. Para Lancaster (1993), uma base de dados deve ser avaliada como fonte de informação de acordo com os seguintes critérios: cobertura, recuperabilidade, previsibilidade e atualidade. Todos estes itens são importantes na avaliação de uma base, mas o item cobertura - que diz respeito à completude dos temas e sua representação - é fator de especial atenção por parte dos que as utilizam como fonte para confecção de indicadores.

A amplitude da cobertura da publicação científica é, assim, uma das principais limitações das bases de dados atuais. Entre outros fatores, o problema da cobertura se deve

ao viés anglófono e ao caráter local de muitos temas de pesquisa que, exatamente por serem locais, não são publicados nas revistas que servem de fontes para as bases internacionais. Um dos resultados deste problema é a sub-representação, nas bases internacionais, da pesquisa desenvolvida e publicada nos países não considerados centrais (ou "*mainstream*"), gerando, assim, uma distorção nos indicadores de produção científica destes países (VELHO, 2007).

Outras limitações se concentram na estrutura dos dados dispostos na base, como a recuperabilidade do endereço institucional de todos os autores do documento - essencial na elaboração de mapas de colaboração internacional, padronização dos dados dos campos e descritores que atuam principalmente no processo de recuperação da informação – garantindo sua confiabilidade, e os mecanismos de recuperação/limite de registros.

Os indicadores quantitativos desenvolvidos a partir de registros indexados nas bases de dados são usados hoje por importantes agências como FAPESP, CNPq e UNESCO na alocação de recursos destinados à pesquisa. Por essa razão, é importante que os gestores de PCT de instituições de fomento tenham em mente as limitações dos indicadores gerados através destes recursos para evitar que se tomem decisões cruciais com base em dados parciais e limitados.

Avaliar a atividade científica é tarefa complexa e, apesar de suas limitações, as bases de dados são uma das principais fontes de dados sobre a comunicação formal de conhecimento científico que, aliadas a dados qualitativos, permitem um olhar sistêmico sobre a C&T.

1.4.1.1 Science Citation Index

O *Science Citation Index* (SCI) é considerado uma das bases mais abrangentes e com rigorosos critérios de qualidade adotados pela *Thompson Scientific Information*, órgão responsável por sua criação, manutenção e alimentação.

O SCI é apenas uma das bases de dados que compõem a *Web of Science* (WoS), que é responsável pela indexação de importantes revistas científicas das mais diversas áreas de estudo. As outras bases são o *Social Science Citation Index* (SSCI) e a *Arts e Humanities Citation Index*. O quadro abaixo nos fornece uma visão geral da cobertura de cada base que compõe a WoS:

Quadro 1 – Web of Science

O *Web of Science* consiste de três bases de dados distintos que podem ser pesquisados individualmente ou combinados:

	Revistas especializadas	Novos registros semanais	Novas referências citadas semanalmente
Science Citation Index Expanded	6.126	22.200	431.000
Social Sciences Citation Index	1.802	3.000	59.100
Arts & Humanities Citation Index	1.136	1.800	15.900

Fonte: THOMSON, c2004

Como podemos observar no quadro acima, a maior cobertura de área em termos de revistas indexadas é do *Science Citation Index*. As outras bases são muito criticadas como fontes de informação para a construção de indicadores. Essa discrepância em relação às outras áreas talvez se deva - além da política do ISI de priorizar tradicionalmente as ciências duras - à cultura das ciências sociais, humanidades e artes de se expressarem através de outros meios que não apenas e nem principalmente o das revistas especializadas.

O SCI, segundo Thomson (c2004), é responsável pela indexação de documentos das áreas de Agricultura e Tecnologia dos Alimentos, Astronomia, Ciências do Comportamento, Bioquímica, Biologia, Ciências Médicas, Química, Computação, Eletrônica, Engenharia, Ciências Ambientais, Genética, Geociências, Materiais, Microbiologia, Matemática, Ciências Nucleares, Farmacologia, Física, Estatística, Veterinária, Zoologia e outras áreas afins.

Conforme observamos no quadro 1, a WoS é limitada em seu conteúdo, em especial na área de ciências sociais, humanas e artes. Essa é uma das principais críticas ao uso das bases de dados como fontes de informação para a construção de indicadores. Até mesmo o SCI, cuja cobertura é considerada mais abrangente, é criticado por favorecer os países tidos como centrais, fazendo com que indicadores construídos a partir de seus dados não reflitam a participação dos países ditos periféricos¹.

Apesar das limitações apresentadas pelo SCI para a realização de estudos bibliométricos como o já comentado viés lingüístico (anglófono) e geográfico, maior representação das ciências básicas e da área médica, erros tipográficos e mudanças de cobertura através do tempo, o SCI foi escolhido como fonte dos dados deste estudo por ser a base que indexa os periódicos mais representativos da atividade científica internacional e inclui todos os autores que assinam o *paper*, instituição onde trabalham e a localização geográfica, o que permite estudos de co-autoria (BORDONS GANGAS e GOMEZ CARIDAD, 1997).

É interessante destacar que o estudo da cooperação científica baseado na co-autoria e afiliação de autores, segundo Katz e Martin (1997), é um indicador parcial da cooperação científica, explicitando apenas a colaboração presente na autoria da publicação e excluindo outras participações importantes, como os *Acknowledgements* (agradecimentos). Apesar de parcial, a co-autoria é um indicador válido, revelando uma faceta importante da colaboração científica, uma vez que documentos firmados por autores de diferentes instituições ou países, podem revelar um determinado programa de pesquisa em conjunto.

A possibilidade de confeccionar mapas de co-autorias entre instituições e países está entre as principais razões que nos levaram à escolha do SCI como fonte de informação para a realização do estudo bibliométrico desta dissertação.

¹ É interessante também ressaltar que países centrais como Espanha, França e outros, também sofrem com o viés anglófono da base.

1.4.2. Delimitação do universo a ser estudado

Uma vez definida a base SCI como fonte de informação para a elaboração do presente estudo devido às características expostas no item anterior, apresenta-se, então, o problema da delimitação do universo de artigos relevantes de uma área multidisciplinar como a bioprospecção.

Uma vez que o processo de delimitação fez uso dos recursos disponíveis nas bases de dados, antes de abordar a estratégia de delimitação propriamente dita se faz necessário apresentar, de maneira breve, o processo de recuperação da informação nas bases de dados, focando nos recursos do SCI.

1.4.2.1 Recuperação da Informação

Uma das principais vantagens das bases de dados em meio eletrônico pode ser considerado o avanço no processo de recuperação da informação.

Esses sistemas possibilitam o planejamento de estratégias de busca com maior nível de complexidade envolvendo vários conceitos na mesma estratégia; permitem a utilização de busca de palavras apenas dos títulos e resumos dos documentos, isto é, termos da linguagem natural; buscam os termos específicos de linguagens controladas, nos campos de descritor; buscam por autores; por ano de publicação; por títulos de periódicos; por classificação; permitem, também, a busca de conceitos compostos ou simples e a possibilidade de truncagem de raízes de palavras e de substituição de caracteres no meio dos termos, dentre outros recursos de recuperação. (LOPES, 2002)

Esses recursos de busca são facilitadores essenciais na recuperação de documentos pertinentes à formulação de indicadores focados em áreas específicas do conhecimento. Para Cendon (2002), as novas tecnologias não só permitem maior facilidade de obtenção de

dados atualizados, mas também oferecem ao usuário maior flexibilidade na busca e na manipulação dos dados.

Lopes (2002) apresenta algumas etapas que deveriam estar presentes na formulação da expressão de busca visando à recuperação dos registros indexados:

- Discussão do tópico geral da pesquisa;
- Conhecimentos básicos sobre os instrumentos de busca;
- Formulação "provisória" da estratégia de busca;
- Compreensão da lógica dos conjuntos de termos;
- Interdisciplinaridade;
- Eliminação de termos indesejados;
- Especificação dos parâmetros relevantes para a execução da busca.

Existe muito a falar de cada uma dessas etapas, mas nos concentraremos na interdisciplinaridade, visto ser a bioprospecção uma área de atividade dispersa entre diversas disciplinas.

Na formulação da expressão de busca na área multidisciplinar, freqüentemente o pesquisador não está familiarizado com os campos da pesquisa relacionados, deparando-se com temas dispersos entre as áreas do conhecimento. Tal multidisciplinaridade pode acarretar uma alta revocação² e uma baixa precisão, sendo este um dos problemas trabalhados pela metodologia.

² A revocação refere-se à relação entre o número de documentos relevantes sobre determinado tema, recuperados pelo sistema, e o número total de documentos sobre o tema, existentes nos registros do mesmo sistema.

1.4.2.2. Recuperação da informação no Science Citation Index/ Web of Science.

A *Web of Science* permite ao usuário pesquisar conjuntamente nas três bases que a compõem (SCI, SSCI e AHCI) ou que seja selecionada a de interesse específico. Segundo Thompson (2004), existem duas modalidades de busca na *Web of Science*:

- *General Search* – Pesquisa geral. Nessa modalidade de busca, as principais formas de pesquisa são através da truncagem (? *\$), operadores booleanos (and, or, not) e operadores de proximidade (same).

- *Advanced Search* – A pesquisa avançada permite criar consultas complexas utilizando identificadores de campos com dois caracteres. Como na expressão abaixo para localizar artigos publicados na *Energy* or *Energy Policy* sobre redução de emissões de dióxido de carbono.

TS= ((carbon dioxide or co2) same emission* and (reduc* or mitigat* or abat*)) and
SO= (energy or energy policy).

Dentro de cada modalidade existem diversas formas de recuperação de busca, mas não é o foco desse capítulo enumerar detalhadamente cada forma de busca existente na *Web of Science*. Para tal, o texto de Thomson (2004) é recomendado.

A módulo de busca *Advanced Search* é justamente o empregado na realização deste estudo, uma vez que ele permite a combinação de diferentes estratégias de busca.

1.4.2.3 Estratégia seguida na recuperação dos dados para o estudo

O processo de delimitação de uma área pode ser feito através da elaboração de filtros que vão permitir recuperar a informação relevante para o estudo e descartar as irrelevantes. Para a caracterização da atividade científica internacional em bioprospecção e elaboração dos filtros, foi fundamental efetuar uma delimitação do objeto do estudo, selecionando os documentos a analisar, identificando a área de conhecimento e o período abrangente.

1.4.2.3.1. Delimitação da área de conhecimento

O objeto de estudo é analisar a atividade científica em bioprospecção em sua concepção mais ampla, ou seja, toda atividade de prospecção biológica com ou sem fim comercial. Por esta razão precisávamos obter um número representativo de publicações que se adaptassem a essa definição. O processo de elaboração dos filtros utilizados na recuperação de documentos com estas características se detalha no capítulo 2.

1.4.2.3.2. Delimitação do período estudado

Considerou-se que um espaço de tempo de 20 anos seria suficiente para estudar a atividade científica da área e caracterizar seu comportamento e suas tendências. Estabeleceu-se o período de 1986 a 2006, tendo em conta que o último estaria incompleto.

1.4.2.3.3. Delimitação do tipo de documento

O processo de recuperação de documentos inicialmente visava extrair todos os tipos de documentos presentes nas bases de dados. Posteriormente se optou por analisar nos capítulos II e III unicamente os artigos publicados em periódicos, considerando-os os recursos mais adequados para a disseminação de resultados de pesquisa. Finalmente, um terceiro artigo foi produzido durante estágio do autor no Laboratório de Estudos Métricos

da Informação da Universidade Carlos III em Madrid, Espanha, quando se decidiu incluir também todos os outros tipos de documentos indexados, além dos artigos em periódicos (capítulo IV).

1.4.2.3.4 Aplicação da estratégia de busca, conversão dos registros e tratamento bibliométrico.

O filtro para a recuperação de registros de bioprospecção foi aplicado em todos os campos dos registros bibliográficos, recuperando 25,258 registros, sendo que destes 20,439 eram artigos. O formato de importação dos registros foi composto pelos campos: Autor, Título, Idioma, Endereço Institucional, Título do Periódico, Ano de Publicação, Tipo de Documento e Descritores.

Os dados foram importados em formato de texto (*.txt) e migrados respectivamente para o *software* VantagePoint (cap. II e III) e a Base “BIO” Oracle Intelligence (cap.IV) para verificação e tratamento bibliométrico dos registros. O tratamento dos dados no software está detalhado no apêndice metodológico.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O corpo da dissertação está organizado em dois capítulos que correspondem a dois artigos aceitos para publicação em revistas especializadas da área de ciência da informação, ambas com conceito “A” na categoria ciências sociais aplicadas, segundo a avaliação da base *Qualis* da CAPES. E ainda um terceiro capítulo, correspondendo a um artigo submetido ao periódico: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da informação.

Capítulo II - *DELIMITAÇÃO DE UMA ÁREA MULTIDISCIPLINAR PARA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA. O CASO DA BIOPROSPECÇÃO.*

Este capítulo tem como escopo demonstrar de maneira detalhada o desenvolvimento da metodologia de recuperação dos dados referentes à atividade científica em bioprospecção, bem como expor e analisar os indicadores bibliométricos de produção científica da área.

Conta com uma breve caracterização da área de bioprospecção, e expõe detalhadamente a metodologia construída na delimitação da área no *Science Citation Index*, apresentando, passo a passo, a definição dos descritores e das estratégias de busca. E, por fim, mapeia a produção científica na área de bioprospecção, apresentando gráficos e quadros referentes à taxa de crescimento do número de publicações, publicações anuais, classificação temática dessas publicações, principais periódicos e instituições de pesquisa em nível global, regional e nacional que se destacaram na área.

Capítulo III - *INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE COOPERAÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL EM BIOPROSPECÇÃO*

Este capítulo tem como objetivo apresentar os indicadores de cooperação científica na área de bioprospecção, confeccionados a partir dos dados de co-autoria.

Apresenta uma breve explanação a respeito da colaboração científica e seu importante papel na ciência moderna, além de abordar, de maneira breve, os fatores motivacionais que têm levado os pesquisadores a trabalharem cada vez mais em cooperação. A seguir, ilustra, através de mapas e quadros, as ligações de co-autoria, medindo, assim, a cooperação entre os países que mais publicaram no período estudado.

Capítulo IV - *INDICADORES IBERO-AMERICANOS DE ATIVIDADE CIENTÍFICA EM BIOPROSPECÇÃO.*

A inserção deste capítulo, fruto de um estágio de pesquisa realizado no Laboratório de Estudos Métricos da Informação da Universidade Carlos III de Madrid, visa apresentar de maneira mais detalhada a atividade científica dos países agrupados sob o rótulo de Ibero-América. Para tanto, recorre-se a um escopo mais amplo de dados e a um método de tratamento bibliométrico distinto ao empregado nos capítulos anteriores.

O capítulo está organizado, além da introdução, em três seções principais que abordam, respectivamente, o papel da bibliometria na avaliação da atividade científica, os métodos empregados no estudo e os resultados dispostos em gráficos divididos por temas.

Por fim, com base nos capítulos II, III e IV são apresentadas algumas considerações finais a respeito do estudo, discutindo-se os resultados, as limitações da pesquisa e suas implicações.

O Apêndice 1 apresenta os recursos de recuperação da informação no *Science Citation Index* e o procedimento de tratamento bibliométrico dos dados no software *VantagePoint*.

CAPÍTULO 2. - DELIMITAÇÃO DE UMA ÁREA MULTIDISCIPLINAR PARA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA. O CASO DA BIOPROSPEÇÃO.

Aceito para publicação como: LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. Delimitação de uma área multidisciplinar para análise bibliométrica de produção científica: O caso da bioprospeção. **Revista Transinformação**, Campinas, v. 19, n. 2, 2007.

1. Introdução

Uma das normas fundamentais da ciência é que o pesquisador tem que divulgar seus resultados de pesquisa (MERTON, 1979). Como consequência, a ciência se encontra, em grande parte, incorporada na sua literatura, entendida esta em sua concepção mais ampla. Este reconhecimento de que a atividade científica pode ser recuperada e estudada a partir da sua literatura, ou seja, do seu sistema de comunicação formal, contribuiu, por um lado, para o avanço da história e da sociologia da ciência e, por outro, forneceu a base teórica para a construção de indicadores bibliométricos de produção científica¹.

Desde meados dos anos 60, quando foram concebidas suas premissas conceituais e desenhadas suas principais técnicas e fontes de informação², a bibliometria tem sido usada para os mais variados objetivos. Estes últimos incluem: traçar as tendências de crescimento de áreas de conhecimento; detectar o surgimento de novas disciplinas científicas; estimar a contribuição de países e instituições para a produção científica mundial; identificar os principais periódicos de uma área; avaliar o desempenho científico de países, instituições e grupos de pesquisa (SPINAK, 1998). Para a consecução de cada objetivo desejado, faz-se necessária a construção de indicadores bibliométricos específicos que sejam capazes de refletir, de maneira reconhecidamente válida, a relação entre o conceito em análise e a medida empregada (NEDERHOF, 1988).

Tais indicadores podem ser, em linhas gerais, classificados como indicadores de atividade e indicadores de ligação. Os primeiros são criados a partir da contagem de publicações e visam à elaboração de listas de frequência de produção ou *ranking* de grupos de pesquisa, instituições, empresas e países (FARIA, 2001). Este tipo de indicador permite identificar os autores mais produtivos de uma determinada área, analisar sua evolução no

1 A racionalidade dos indicadores se expressa na seguinte premissa: “o fato de a ciência ser quase sempre publicada de uma forma ou de outra permite usar o número e a qualidade destas publicações como indicador”. (Morita-Lou, 1985)

2 Para uma reconstrução histórica do surgimento e evolução da bibliometria, ver Velho (1994).

decorrer dos anos e mapear quais são os temas de pesquisa prioritários de cada país, dentre outras possibilidades.

Já os indicadores de ligação “têm sido aplicados para elaboração de mapas descritivos do conhecimento e de redes de relacionamento entre pesquisadores, instituições e países” (FARIA 2001). Eles são importantes na compreensão da dinâmica de produção do conhecimento científico, pois identificam e quantificam as relações entre os diversos campos que compõem uma base de dados. Por exemplo, são capazes de detectar parcerias entre autores, instituições e países, assim como de revelar ligações entre temas ou áreas de pesquisa. Além disso, prestam-se também para analisar a relação entre pesquisa básica e aplicada e a intensidade de cooperação entre universidade e empresa (VAN RAAN e VAN LEEUVEN, 2002).

Apesar de atender a tantos objetivos diferentes, os indicadores bibliométricos apresentam uma série de limitações, tanto conceituais como metodológicas. Quanto às primeiras, argumenta-se que os indicadores bibliométricos só contemplam a informação científica registrada na literatura, excluindo parte importante da atividade científica, como o conhecimento tácito transmitido diretamente na formação do pesquisador (DAVYT E VELHO, 2000). Ainda mais significativo é o fato de que tais indicadores assumem que a publicação científica está inexorável e positivamente relacionada com o sistema de recompensa vigente na ciência. Sabe-se, entretanto, que esse nem sempre é o caso, principalmente em países em desenvolvimento (COZZENS, 1989; LUUKKONEN, 1997).

Com relação às limitações metodológicas, há inúmeras críticas à fonte dos dados usados na construção dos indicadores, ou seja, às bases de dados internacionais. Alega-se que essas bases representam essencialmente a ciência do primeiro mundo, publicada em idioma inglês e em periódicos de alta reputação (SAYÃO, 1996). Além do viés anglófono e da sobre-representação das publicações norte-americanas no caso específico do *Science Citation Index*, a própria estrutura dessas bases é alvo de críticas, já que elas foram construídas para facilitar os processos de identificação e recuperação de publicações e não para avaliação e medição da produção científica (ADAM, 2002).

Apesar das críticas à bibliometria centrada em bases internacionais, esta tem sido amplamente usada, pois, além da facilidade de acesso, possibilita a análise de um grande volume de dados quantitativos. Isso confere um grau de confiabilidade e replicabilidade à informação que não se obtém com o uso de instrumentos *ad hoc* de coleta de dados.

O importante, quando se usam as ferramentas bibliométricas e as bases de dados internacionais, é reconhecer os limites das mesmas para os objetivos propostos. Esse reconhecimento implica fazer os ajustes metodológicos necessários, torná-los explícitos e levá-los em consideração no momento da análise dos resultados, evitando conclusões “muito fortes”, sem sustentação empírica adequada.

Uma das principais dificuldades da análise bibliométrica é como recuperar, a partir do universo da base de dados, as informações relevantes para o objeto de estudo que se pretende. Isso ocorre porque as bases de dados internacionais adotam uma classificação própria de áreas, subáreas e disciplinas científicas e atribuem a essas os periódicos de acordo com critérios que têm sido bastante contestados (GLÄNZEL E SCHUBERT, 2003). Conseqüentemente, mesmo a análise bibliométrica em áreas tradicionais do conhecimento encontra dificuldades para delimitar o campo a ser estudado (LEWINSON, 1999). O problema ganha muito maior magnitude quando se trata de áreas multidisciplinares. Dado que poucas áreas interdisciplinares têm seus próprios periódicos, e dada a tendência dos autores de publicarem em periódicos representativos de suas especialidades (GLÄNZEL e SCHUBERT, 2003), a delimitação das publicações de áreas de pesquisa multidisciplinares tem sido considerada como um dos grandes desafios metodológicos da bibliometria (ZIPP, 1999).

Este artigo busca dar uma contribuição metodológica a exatamente essa questão, ou seja, como delimitar dentro da base de publicações do *Science Citation Index* uma área multidisciplinar; neste caso, a área de bioprospecção. Delimitar uma área multidisciplinar dentro de uma base de publicações significa definir os limites de tal área para análise bibliométrica, a partir da identificação dos artigos científicos que sejam reconhecíveis pelos praticantes desta área como produzindo resultados que são de seu interesse direto

(ROGERS e ANDERSON, 2005). Mais especificamente para o nosso caso, delimitar a área de bioprospecção no *Science Citation Index* é um exercício de definir os critérios pelos quais alguns artigos dentro da área disciplinar de Química de Produtos Naturais, por exemplo, devem ser incluídos na área multidisciplinar de bioprospecção, e outros, não. De modo mais geral, delimitar significa, então, identificar e recuperar de uma base apenas os artigos que sejam pertinentes a certa área de pesquisa.

Para tanto, apresenta-se, em primeiro lugar, uma definição desta área, com uma descrição sucinta das atividades que ela contempla, assim como as razões pelas quais ela tem-se tornado uma área importante de pesquisa e, portanto, de publicações. Em seguida, faz-se um relato da metodologia construída para a coleta dos dados, contendo uma exposição detalhada dos passos seguidos no estudo, com o objetivo de servir de base a outros trabalhos bibliométricos que possam ser empreendidos em áreas multidisciplinares. Por fim, apresenta-se a análise propriamente dita da produção científica na área de bioprospecção, a partir de dados extraídos do *Science Citation Index* no período de 1986-2006. Esta análise compreende a identificação das áreas tradicionais de conhecimento que mais contribuem para os estudos de bioprospecção, assim como dos periódicos científicos que mais publicam artigos nessa área. Da mesma forma, destacam-se os países que mais contribuem para a produção científica em bioprospecção. Segue-se, então, uma análise das instituições latino-americanas em geral, e brasileiras, em particular, que se destacam como produtoras de conhecimento em bioprospecção. Dado que esse estudo se baseou exclusivamente em dados quantitativos, nem sempre foi possível encontrar explicações para os resultados obtidos. Algumas explicações alternativas, no entanto, serão discutidas sempre que houver informações adicionais que assim o permitam.

2. Caracterização da área de Bioprospecção

O aproveitamento de recursos da biodiversidade para fins econômicos aumentou muito nos últimos anos. Um bom exemplo é o mercado da estatina,³ que superou os 15 bilhões de dólares no ano de 2004 (VIEGAS, BOLZONI e BARREIRO, 2006). Valores como o apresentado, conseqüentemente, têm atraído à atenção tanto dos países biodiversos como dos detentores de recursos técnico-científicos, o que, aliado à crescente consciência dessa valoração, tem motivado o estabelecimento de regras para a sua exploração. Assim, surgiu em âmbito planetário uma nova atividade econômica, focada na busca de oportunidades de aproveitamento econômico dos recursos naturais biológicos, chamada bioprospecção (ARTUSO, 2002).

Sendo assim, a bioprospecção pode ser definida como atividade exploratória que visa a identificar componente do patrimônio genético e informação sobre conhecimento tradicional, com potencial uso comercial (BRASIL, 2001). As modernas formas de bioprospecção envolvem a aplicação de avançadas tecnologias no desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos, agroquímicos, cosméticos, enzimas industriais e outros oriundos da biodiversidade (ARTUSO, 2002).

Antes da assinatura da CDB 4, os recursos da biodiversidade, em especial os recursos genéticos, eram considerados patrimônios da humanidade, apesar de diversos países, entre eles o Brasil, já adotarem legislação específica sobre o tema.

Qualquer interessado em pesquisar e/ou explorar a biodiversidade poderia fazê-lo sem que fosse necessário ressarcir os países provedores. Essa posição não era aceita por esses países e por grupos ambientalistas, que exigiam alguma forma de compensação ou de divisão dos benefícios obtidos pelas empresas com a comercialização de produtos desenvolvidos a partir dos recursos genéticos “pirateados”. (PAVARINI, 2000).

3 Sustância derivada de fungos usada no tratamento de diversas doenças como a Angina, Alzheimer, osteoporose, câncer, doenças do coração, esclerose múltipla...

4 A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) ocorreu em julho de 1992, sendo o primeiro encontro mundial sobre a conservação e utilização sustentável da biodiversidade, com 175 países signatários.

Nesse antigo modelo de bioprospecção, a biodiversidade era coletada por pesquisadores/técnicos sem fiscalização. Muitas vezes eram extraídas quantidades enormes de material biológico, prejudicando com isso o meio ambiente, a exemplo do caso da quase extinção da população adulta da planta *maytenus buchanni*, usada pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos como fonte do composto anticancerígeno *maytansine*. Foram coletados 27.215 quilos para serem usados em testes no programa de desenvolvimento de novas drogas (REID *et al.*, 1993 apud PAVARINI, 2000). Em muitos casos não era fornecido um retorno da pesquisa ao país de origem do material. O modelo se revelou muito prejudicial ao meio ambiente e aos países detentores de biodiversidade.

A CDB veio regulamentar em escala mundial essas atividades. Um dos objetivos da convenção é garantir a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos. A reivindicação dos países biodiversos foi decisiva na aprovação deste objetivo.

Segundo Azevedo (2005), os países biodiversos julgaram injusta a situação na qual, ao mesmo tempo em que se permitia o livre acesso aos recursos genéticos, os produtos obtidos a partir desses recursos poderiam tornar-se objeto de apropriação por empresas sediadas, na maioria dos casos, em países desenvolvidos. A inclusão desse objetivo na CDB permitiu que fosse reconhecida a soberania dos países sobre a sua biodiversidade, não sendo mais a biodiversidade considerada patrimônio da humanidade, passando a mesma a ser regulada por legislação nacional.

Como se pode observar, a exploração da biodiversidade é uma atividade complexa e tende a envolver diversos atores como governos, pesquisadores, comunidades indígenas e tradicionais, empresas de diversos setores, universidades, institutos de pesquisa, entre outros.

Essa multiplicidade também ocorre com as diversas áreas de conhecimento que a temática da bioprospecção abrange. Para Trigueiro (2006), no âmbito da pesquisa tipicamente científica e tecnológica, bioprospecção trata-se, por exemplo, das atividades de

classificação das espécies, da identificação de suas características morfológicas e fisiológicas de seus componentes genéticos e de suas propriedades ativas, das relações estabelecidas entre eventuais descobertas e conhecimentos antigos e assim por diante. Devido a essa abordagem, pesquisas na área de bioprospecção podem envolver competências de diversas áreas do conhecimento, tais como agronomia, biologia, microbiologia, química, informática, ciências sociais, engenharia genética, direito, farmácia, entre outras.

Esse caráter multidisciplinar da bioprospecção torna complexa a realização de estudos como o desse artigo, que busca mapear a produção científica na área.

Essa questão se assevera ainda mais quando muitas vezes os próprios pesquisadores da área não identificam suas atividades como fruto de bioprospecção, tornando a recuperação dessas pesquisas em bases de dados especializadas muito mais difícil. Assad e Sampaio (2005) realizaram buscas na plataforma Lattes do CNPq⁵ de pesquisadores brasileiros, que no momento da pesquisa contava com 390.699 pesquisadores cadastrados, usando a palavra-chave bioprospecção. Recuperaram apenas 233 pesquisadores, ou seja, apenas 0,06% do total de pesquisadores, o que nos leva a crer que muitos pesquisadores da área não identificam suas atividades como bioprospecção. Essa questão existe devido ao uso do termo bioprospecção ainda não estar consolidado nas diversas áreas de conhecimento envolvidas. Essa atividade ganha nomes específicos: um pesquisador da área de química, por exemplo, pode usar o termo “*drug discovery*” e não bioprospecção para definir sua atividade. Identificar esses termos para o mapeamento da área de bioprospecção foi uma das tarefas mais árduas na realização do estudo.

5 A Plataforma Lattes é um conjunto de sistemas de informações, bases de dados e portais Web voltados para a gestão de Ciência e Tecnologia (C&T). Foi concebida para integrar os sistemas de informações das agências federais, racionalizando o processo de gestão de C&T.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Base de dados

Para a realização do estudo foram coletados dados do *Science Citation Index (SCI)* via Portal Periódico da Capes⁶. O *Science Citation Index (SCI)* é considerado uma das bases científicas multidisciplinares mais abrangentes e com rigorosos critérios de qualidade adotados pelo *Thomson Scientific Information*⁷, empresa responsável por sua criação, manutenção e alimentação.

3.2. Formulação da estratégia de busca

A formulação de uma estratégia para a recuperação de publicações sobre um tema científico deve ser realizada criteriosamente para não comprometer a análise da produção científica. Idealmente, para que da análise resulte um panorama fiel sobre o tema, a expressão de busca deve proporcionar a recuperação de todas as publicações relevantes sobre o tema presentes na base de dados utilizada e, ao mesmo tempo, evitar a recuperação de publicações não-relevantes. No entanto, tal situação dificilmente é alcançada, principalmente no caso de temas multidisciplinares, que recebem contribuição de diversas áreas do conhecimento.

O tema de pesquisa, bioprospecção é multidisciplinar, recebendo contribuições das áreas de biologia, botânica, zoologia, química, agronomia e várias ciências sociais. Trata-se, também, de um tema relativamente novo, com vocabulário próprio ainda em consolidação, o que leva a uma baixa recuperação de publicações nas buscas por palavras-chave.

A solução encontrada para a recuperação de um conjunto significativo e coerente de publicações que permitisse a análise da produção científica da área de bioprospecção foi a

6 <http://www.periodicos.capes.gov.br>

7 Antigo *Institute for Scientific Information (ISI)*

elaboração de uma expressão de busca complexa, composta por grande conjunto de palavras-chave testadas e selecionadas. Este processo de definição da expressão de busca para a delimitação do tema bioprospecção na base de dados *Science Citation Index* é uma das contribuições deste artigo e pode ser extrapolado para outros temas e bases de dados.

O procedimento adotado foi o seguinte: o primeiro passo foi a definição do que realmente recuperar, como identificar os artigos ligados à bioprospecção. Assim, apesar de bioprospecção ser definida comumente como atividade de prospecção da biodiversidade com fim comercial, consideramos bioprospecção toda e qualquer atividade de prospecção biológica, ou seja, usamos na formulação da estratégia de recuperação dos dados verbos de atividade prospectiva associados a elementos biológicos e da biodiversidade, que podem ser observados detalhadamente nos quadros 1 e 2.

A dispersão de trabalhos de bioprospecção em diversas áreas do conhecimento era outra questão a ser respondida, assim como recuperar os registros de artigos sobre bioprospecção presentes nas mais diversas áreas cobertas pelo SCI.

Inicialmente procuramos construir as estratégias na modalidade de busca do SCI – *General Search*, usando palavras-chave da literatura disponível e presente na Plataforma-Lattes de pesquisadores que realizam algum tipo de atividade em bioprospecção.

Baseados nesses dados, formulamos as primeiras expressões de recuperação dos dados, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Estratégias de recuperação no SCI –1945-2006

Expressão	Resultado em registros
------------------	-------------------------------

8TS=((prospect* or extract* and (phytochemical or medicinal plant* or phytoterapic* or natural products or organic synthesis)))	100.000
TS=(natural products or botanical products or medicinal plants or herbs or herbal medicines or phytotherapy or phytomedicines or phytomedicinals or phytochemical substances or phytopharmaceutic products or aromatic oils or essential oils or fatty oils or vegetable oils or bioactive constituents or bioactive substances or plant pharmacology)	23.330
TS=(natural products or plant extracts or botanical products or medicinal plants or herbs or herbal medicines or phytotherapy or phytomedicines or phytomedicinals or phytochemical substances or phytochemistry substances or phytopharmaceutic products or aromatic oils or essential oils or fatty oils or vegetable oils or bioactive constituents or bioactive substances or plant pharmacology)	24.048

Essas expressões de busca tinham apenas um caráter exploratório, ou seja, servir de subsídio para a formulação de expressões mais refinadas e avaliar como a área está organizada na base de dados. Na etapa seguinte, inserimos palavras-chave ligadas a outros contextos da bioprospecção, como conhecimento tradicional, genética e biologia molecular.

Quadro 2 – Estratégias de recuperação no SCI –1945-2006

8 *Topic Search*, tópico de pesquisa/assunto (títulos, resumos, palavras-chave).

Expressão	Resultado
<p>TS=((((ethnobotan* or ethnopharm* or bioprospect* or indi* knowledge or traditional knowledge) or (prospection or prospect or extract and (plant-derived drugs or bio* or microorganism* or microbi* or molecular-genetic* or genetics-plant or molecular biology or plant* or animal*))))))</p>	<p>32.875</p>
<p>TS((((ethnobotan* or ethnopharm* or bioprospect* or indi* knowledge or traditional knowledge or biodiversity prospecting) or (prospection or prospect or extract and (plant-derived drugs or bio* or microorganism* or microbi* or molecular-genetic* or genetics-plant or molecular biology or plant* or animal*))))))</p>	<p>32.890</p>
<p>TS((((ethnobotan* or ethnopharm* or bioprospect* or indi* knowledge or traditional knowledge or biodiversity prospecting) or (prospection or prospect or extract and (plant-derived drugs or microorganism* or microbi* or molecular-genetic* or genetics-plant or molecular biology or plant*))))))</p>	<p>18.863</p>

Essas expressões ainda não eram suficientemente precisas, além de não recuperar documentos indexados a partir de outros contextos, mas também serviram como subsídio ao refinamento das palavras usadas nas futuras expressões. Nessa fase ficou evidente a tensão entre tratar de incluir toda a área e a necessidade de delimitar sub-áreas para não “poluir” a informação.

Assim os registros recuperados a partir das expressões do quadro 2 sofreram tratamento bibliométrico, onde foi possível fazer um *ranking* das principais palavras ligadas à bioprospecção e, a partir daí, trabalhar com expressões mais focadas. Assim, começamos a trabalhar com as palavras expostas no quadro 3:

Quadro 3 – Palavras Refinadas

Palavras Refinadas	
Verbos	collect*, test*, discover*, exploit*, sampl*, extract*, screen*, Mining, mapping, sensing, research*, prospect*
Foco	marine, flora, plants, fauna, micro-organisms, animals, microbial, bacterias, virus, herbal, fungal, soil, fungus, insects, fungi, species, mammalian, Bioresources, natural product, genetic, genomic, biochemical, medicinal, pharmaceutical
Outras	Ethnobotany , ethnopharmacology , indigenous knowledge OR traditional knowledge, Ethnomedicinal, Bioprospecting, biodiversity prospection, Biodiscovery

Expressão resultante – (1986-2006)

(collecting or testing or discover* or exploit* or sampling or extracting or screening or mining or mapping or sensing or research* or prospect* bioproduct*) and (marine* or flora* or plant or plants or fauna or microorganism* or animal* or microbial* or bacteria* or herbal or fungal or soil or fungus or insect* or fungi or specie* or mammalian* or bioresources or natural product* or ethnobotany or ethnopharmacology or indigenous knowledge or traditional knowledge or ethnomedicinal or biodiversity prospection or biodiscovery or molecular biology

Com a expressão de busca (quadro 3) aplicada apenas ao título, foram encontrados 17.271 artigos. A relevância dos artigos nos pareceu satisfatória, mas possivelmente muitos artigos relevantes ficaram de fora. A mesma expressão aplicada ao registro completo resultou em mais de 100.000 registros.

A partir da experiência com as expressões anteriores, verificamos que o melhor caminho seria a combinação de diferentes expressões. Para isso, fizemos uso da modalidade de busca avançada do SCI, o *Advanced Search*. Executamos diversas expressões de busca no SCI e as combinamos com outras expressões, recuperando assim 25.258 registros, sendo que destes 20.439 eram artigos.

Assim, tendo como base para a recuperação de artigos a definição de bioprospecção como toda atividade de prospecção biológica, assumimos que as expressões combinadas, presentes no quadro 4, são suficientemente precisas para a recuperação de artigos ligados à bioprospecção, necessários para a execução deste estudo.

Quadro 4 – Buscas combinadas (período – 1986-2006)

# 1	TS=(bioproduct* or biodiversity prospection or biodiscovery)
# 2	TS=((ethnobotany or ethnopharmacology or indigenous knowledge or traditional knowledge or ethnomedicinal))

# 3	TS=(drug or drugs or crop or crops or disease or diseases or food)
# 4	TS=(genomic* or biochemical* or medicinal or pharmaceutical*)
# 5	TS=(marine or flora or plants or plant or fauna or micro-organism* or microorganism* or animal* or microbia* or bacteria* or herbal or fungal or fungus or insect* or fungi or species or bioresource* or genetic resource* or natural resource* or natural product*)
# 6	TS=(discover* or prospect* or collecting or testing or exploiting or sampling or extracting or screening or mining or mapping or sensing or researching)
# 7	#2 and (#3 or #4 or #5 or #6)
# 8	#2 not #7
# 9	TS=(ethnobotany or ethnopharmacology or indigenous knowledge or traditional knowledge or ethnomedicin*)
# 10	TS=(ethno botany or ethnobotany or ethno pharmacology or ethnopharmacology or indigenous knowledge or traditional knowledge or ethnomedicin*)
# 11	#10 and (#3 or #4 or #5 or #6)
# 12	#10 and (#3 or #4)
# 13	#5 and (#3 or #4 or #6)
# 14	TI=((ethnobotany or ethnopharmacology or indigenous knowledge or traditional knowledge or ethnomedicinal))
# 15	TI=(drug or drugs or crop or crops or disease or diseases or food)
# 16	TI=(genomic* or biochemical* or medicinal or pharmaceutical*)
# 17	TI=(marine or flora or plants or plant or fauna or micro-organism* or microorganism* or animal* or microbia* or bacteria* or herbal or fungal or fungus or insect* or fungi or species or bioresource* or genetic resource* or natural resource* or natural product*)
# 18	TI=(discover* or prospect* or collecting or testing or exploiting or sampling or extracting or screening or mining or mapping or sensing or researching)
# 19	#17 and (#15 or #16 or #18)
# 20	#14 and (#15 or #16 or #17 or #18)
# 21	#1 or #19 or #20

Uma vez definida a estratégia, foi possível realizar a coleta de dados e o tratamento bibliométrico para a construção dos indicadores.

Para o tratamento bibliométrico foi utilizado o software VantagePoint, que nos possibilitou trabalhar automaticamente com cada um dos campos da base, listando e agrupando as informações contidas nos registros. O VantagePoint foi utilizado por sua capacidade de tratar grandes volumes de dados.

4. Resultados

A partir dos dados coletados no SCI, foram produzidos indicadores bibliométricos que nos vão ajudar a compreender a atividade científica na área de bioprospecção. O gráfico 1 apresenta o número de publicações indexadas anualmente na área de bioprospecção desde 1986 .

O gráfico nos mostra que, com algumas variações, tem havido um crescimento constante do número de publicações na área de bioprospecção desde o ano de 1986. Uma das causas prováveis desse crescimento parece ser o papel de destaque que as atividades em bioprospecção vêm ganhando em escala global nos últimos anos, principalmente como resultado da implementação da CDB, conforme mencionado acima. Para implementar as atividades previstas na CDB houve, em vários países, um fluxo maior de investimentos em programas de pesquisa relacionados com a prospecção biológica. Nos Estados Unidos, por exemplo, os Institutos Nacionais de Saúde (NIH), em cooperação com a *National Science Foundation* e a Agência Americana de Cooperação para o Desenvolvimento (USAID), criaram, em junho de 1992, o *International Cooperative Biodiversity Groups (ICBG)*, consórcios que cobrem áreas relacionadas à conservação da biodiversidade, coleta de plantas, desenvolvimento de drogas e gerenciamento e disseminação de informação. (SANT'ANA, 2002). Esse programa, ainda em vigência, já realizou cinco chamadas públicas e seleção de projetos. Como os projetos foram iniciados em 1994, e a publicação de resultados na forma de artigos leva algum tempo, é possível que a taxa de crescimento de publicações em bioprospecção reflita, pelo menos em parte, as atividades de pesquisa realizadas no âmbito deste programa. É importante apontar ainda que, de 1994 até agora, portanto, durante 12 anos, foram alocados cerca de 6 milhões de dólares americanos por

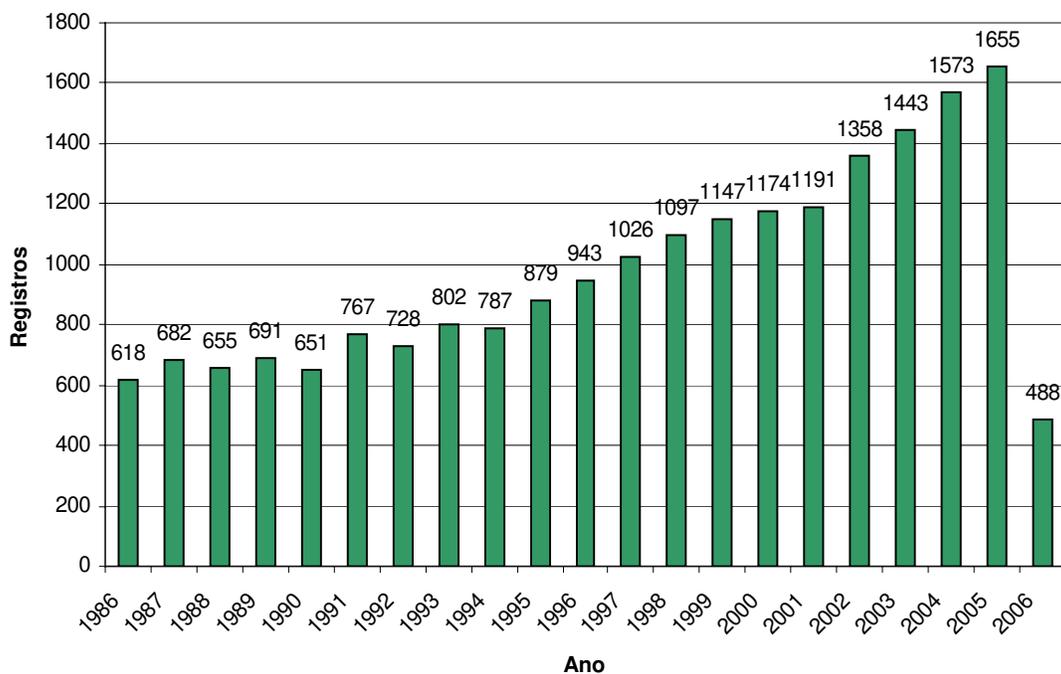
ano para esse programa, levando ao total de aproximadamente 72 milhões de dólares, uma quantia nada trivial para uma área de conhecimento ainda em formação.

Cabe ressaltar que o declínio do número de artigos em 2006 se deve à data da coleta dos dados, isto é, maio de 2006, e não a uma queda real no número de artigos indexados.

O Gráfico 2 nos mostra a classificação dos registros indexados feita pelo SCI. Podemos observar que a maioria dos artigos se encontra nas áreas das chamadas ciências biológicas, agrárias, assim como biologia, medicina, farmácia, química e agronomia, com destaque para áreas específicas como a microbiologia, ecologia/meio ambiente, genética/biologia molecular e imunologia.

A predominância dessas áreas já era esperada devido às próprias características da bioprospecção, mas é interessante ressaltar que áreas de pesquisa mais novas como a genética e a biologia molecular têm uma participação significativa perante as tradicionais áreas químico-farmacêuticas. Isso, provavelmente, evidencia o papel crescentemente importante das técnicas biotecnológicas para o desenvolvimento e geração de produtos originados da biodiversidade. Nota-se, também, que um número considerável de registros está classificado como multidisciplinar, confirmando que a pesquisa em bioprospecção, como se afirmou anteriormente, reúne pesquisadores de diversas áreas de conhecimento.

Gráfico 1 – N° de artigos indexados por ano no SCI na área de Bioprospecção no período de 1986-2006.



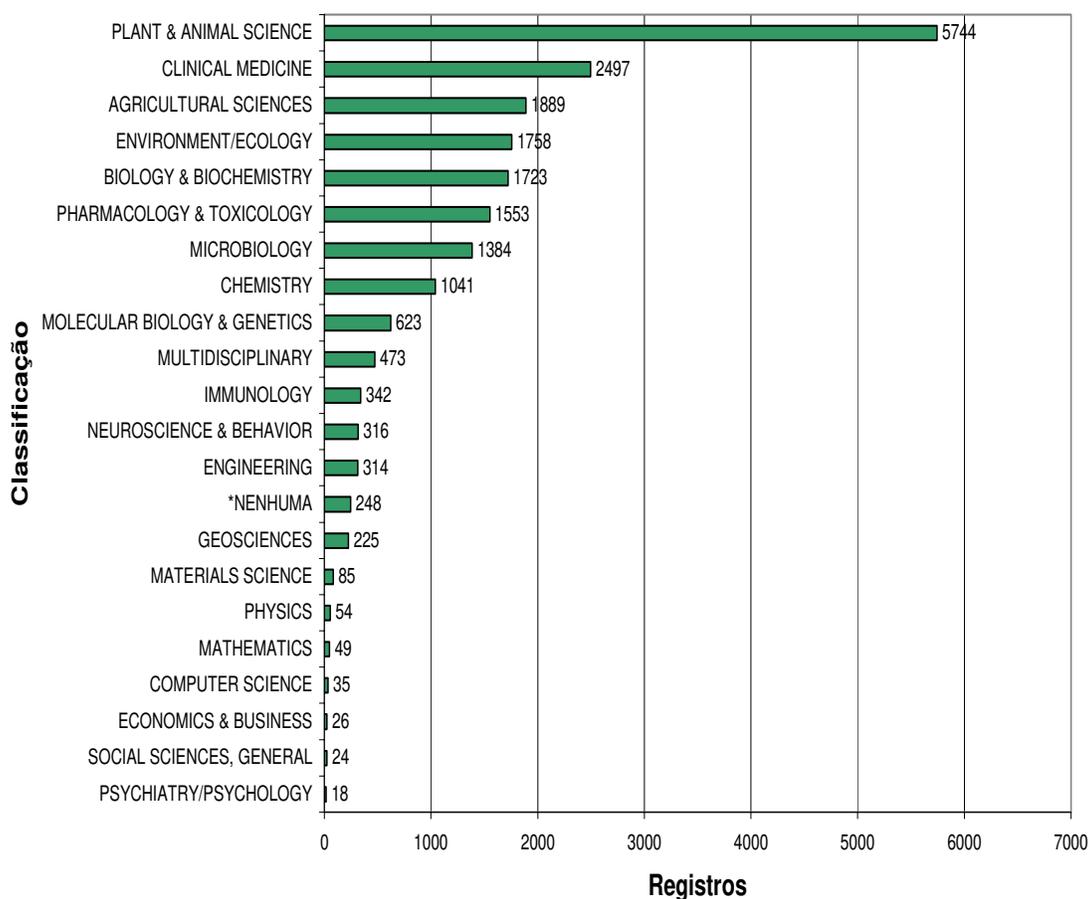
Fonte: SCI/ISI, via Web of Science (2006)

Pode-se observar também no Gráfico 2 a presença de registros em ciências dos materiais, física e matemática. Ainda que esse número seja pequeno – cerca de 200 artigos em um período de 20 anos – não era esperado que essas áreas contribuíssem para a pesquisa em bioprospecção. A explicação é que essas classificações não são baseadas nos registros individuais e sim no periódico onde o artigo foi publicado, o que pode ter acarretado alguma distorção nos resultados.

Outro resultado digno de nota é a baixa representatividade em número de artigos das áreas de ciências sociais. Sabe-se que as ciências sociais, particularmente a Antropologia, desempenham papel fundamental em estudos que ligam a bioprospecção à atividade humana, como o conhecimento tradicional adquirido da biodiversidade por grupos populacionais nativos. Por essa razão, acredita-se que as ciências sociais estejam sub-representadas nos nossos resultados em consequência do uso do *Science Citation Index*

como fonte da informação. Isto porque essa base de dados indexa apenas periódicos das chamadas ciências duras, abrangendo as áreas de Agricultura e Tecnologia dos Alimentos, Astronomia, Ciências do Comportamento, Bioquímica, Biologia, Ciências Médicas, Química, Computação, Eletrônica, Engenharia, Ciências Ambientais, Genética, Geociências, Materiais, Microbiologia, Matemática, Ciências Nucleares, Farmacologia, Física, Estatística, Veterinária, Zoologia e outras áreas afins. (THOMSON, c2004). As ciências sociais são cobertas pelo *Thomson Scientific* no *Social Sciences Citation Index*, base de dados que é constantemente questionada como fonte de dados para a construção de indicadores. Tal questionamento está relacionado, principalmente, ao fato de que as ciências sociais apresentam um caráter distinto do das chamadas ciências duras, suas temáticas são de maior interesse local, o que leva a um fluxo maior de publicações em revistas nacionais e em outros meios de comunicação (GARCÍA e ROMÁN, 2006)

Gráfico 2 – Classificação dos Registros recuperados segundo critérios do SCI no período de 1986-2006.



Fonte: SCI/ISI via Web of Science (2006) / * Registros que não receberam classificação do SCI

No quadro 5 é apresentada a lista dos 20 periódicos que mais publicaram artigos na área de bioprospecção. A lista está em conformidade com as classificações apresentadas no gráfico 2. Um dado interessante é a liderança do periódico *Journal of Ethnopharmacology*, que justamente privilegia o exame de informações e conhecimentos ligados ao conhecimento tradicional a respeito de plantas, fungos, animais, microrganismos e minerais, sendo conhecido como um periódico multidisciplinar devotado às “drogas” indígenas.

Ele é seguido por publicações da área de microbiologia, biologia e fitoterápicos, e outras áreas ligadas às ciências biológicas, da vida e afins. É interessante ressaltar a

presença de periódicos científicos voltados mais a aspectos práticos e econômicos da biodiversidade como o *Economic Botany* da *Society for Economic Botany* e o *Journal of Natural Products* da *American Chemical Society* em parceria com a *American Society of Pharmacognosy*, o que não significa que os outros periódicos não abarquem esses aspectos.

Quadro 5 – Periódicos que mais publicaram artigos na área de Bioprospecção no período de 1986-2006.

Registros	Fonte dos Registros
441	JOURNAL OF ETHNOPHARMACOLOGY
147	JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY
135	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY
134	PLANT DISEASE
131	PHYTOTHERAPY RESEARCH
117	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA
99	PHARMACEUTICAL BIOLOGY
91	JOURNAL OF FOOD PROTECTION
88	JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION
88	PHYTOPATHOLOGY
86	CURRENT SCIENCE
83	ECONOMIC BOTANY
80	THEORETICAL AND APPLIED GENETICS
79	JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY
77	<i>INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY</i>
76	CHEMICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN
74	JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS
74	PLANT AND SOIL
73	ACS SYMPOSIUM SERIES
73	MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES

O gráfico 3 apresenta um ranking das instituições de pesquisa que no período analisado mais publicaram artigos na área. Podemos observar uma clara predominância de instituições norte americanas. Em um ranking das 23 instituições, 15 delas são norte americanas, com destaque para órgãos governamentais como o USDA⁹e o USFDA¹⁰.

Isto indica que provavelmente os EUA consideram a bioprospecção uma atividade estratégica, levando inclusive órgãos governamentais a publicarem na área. Dentre as instituições americanas destacamos a universidade de Cornell e a da Geórgia, ambas participantes de projetos do consórcio ICBG11 mencionado acima, o que pode ser uma das razões pelas quais figuram entre as instituições que mais produziram na área.

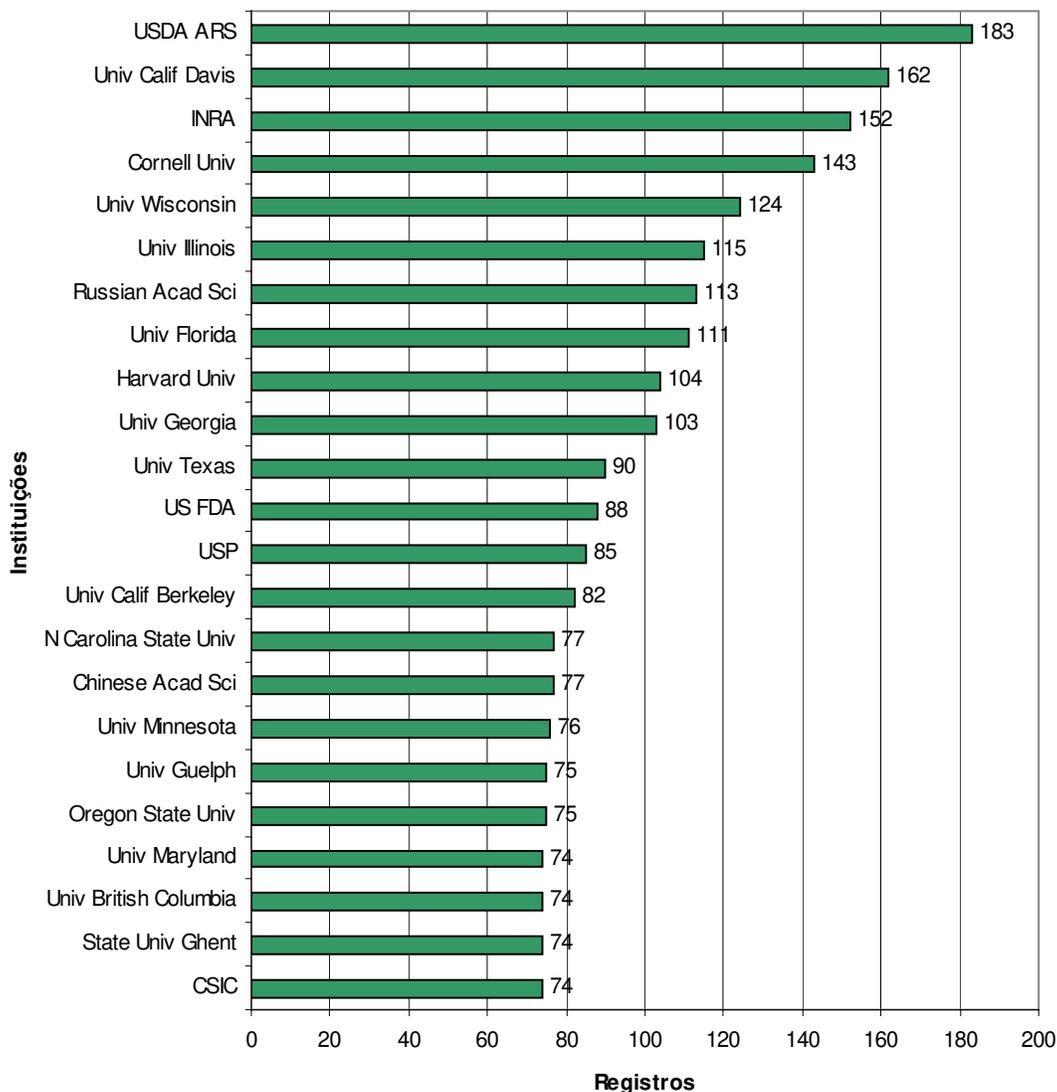
As outras instituições pertencem à França, Rússia, Brasil, China, Canadá, Bélgica e Espanha. É interessante notar que entre os países que mais publicam sobre bioprospecção aparecem apenas dois países megadiversos, quais sejam, a China, através da Academia Chinesa de Ciências e o Brasil, através da Universidade de São Paulo (USP), que ocupa a 13º posição.

9 Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

10 Órgão governamental dos Estados Unidos que faz o controle dos (tanto [humano](#) como [animal](#)) suplementos alimentares, [medicamentos](#) (humano e animal), [cosméticos](#), equipamentos médicos, materiais biológicos e produtos derivados do [sangue](#) humano.

11 *International Cooperative Biodiversity Group*

Gráfico 3 – Instituições de Pesquisa que mais publicaram artigos na área de Bioprospecção no período de 1986-2006.

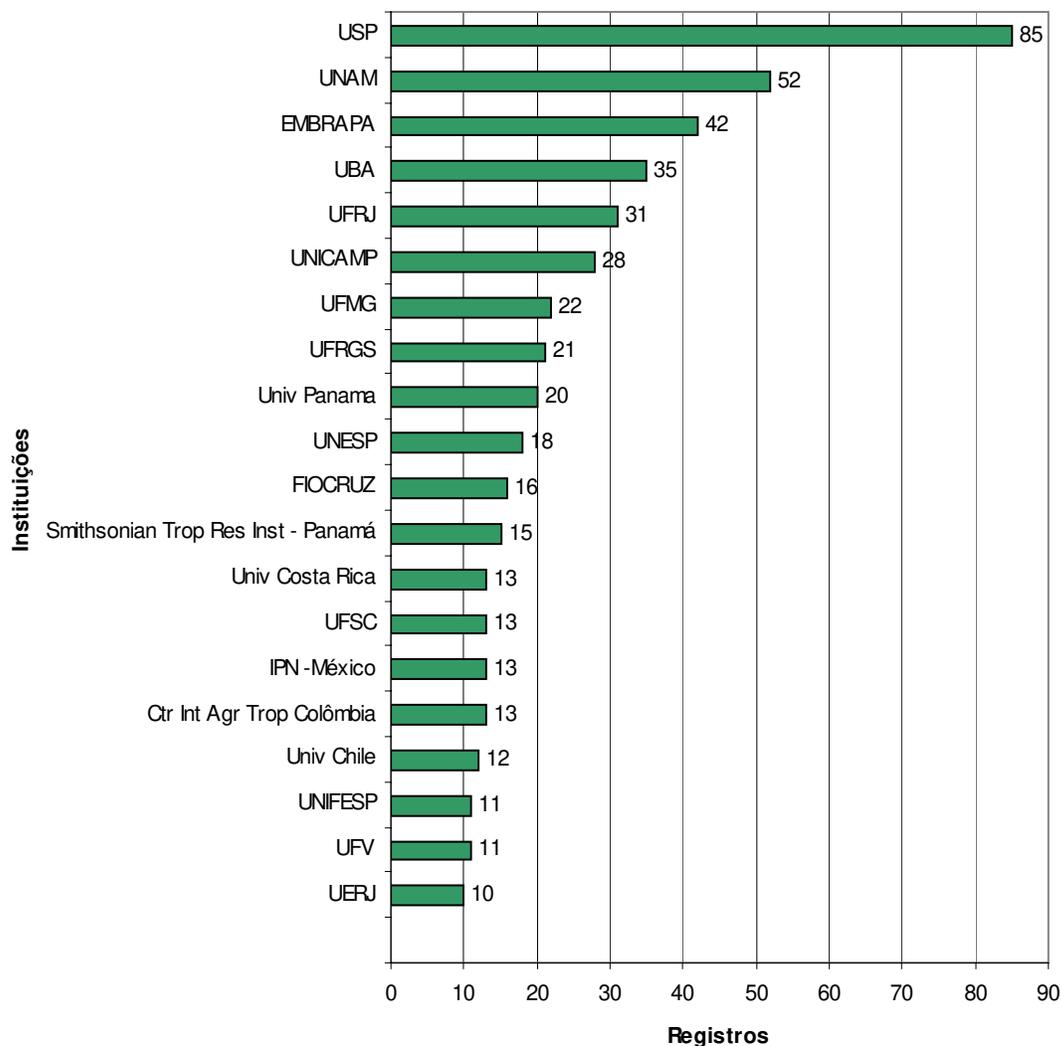


Fonte: SCI/ISI, via Web of Science (2006)

A USP é uma das principais instituições de pesquisa envolvidas no Programa Biota da FAPESP, tendo participação em 28 projetos de pesquisa. O programa foi instituído em 1999 e tem como objetivo inventariar, caracterizar e definir o potencial econômico da biodiversidade do estado de São Paulo. A participação ativa da Universidade em projetos ligados à área de estudo da biodiversidade/bioprospecção pode ser um dos fatores que

fizeram que a USP figurasse entre as instituições que mais publicaram em bioprospecção no período estudado.

Gráfico 4 – Instituições de Pesquisa Latino-americanas que mais publicaram artigos na área de Bioprospecção no período de 1986-2006.

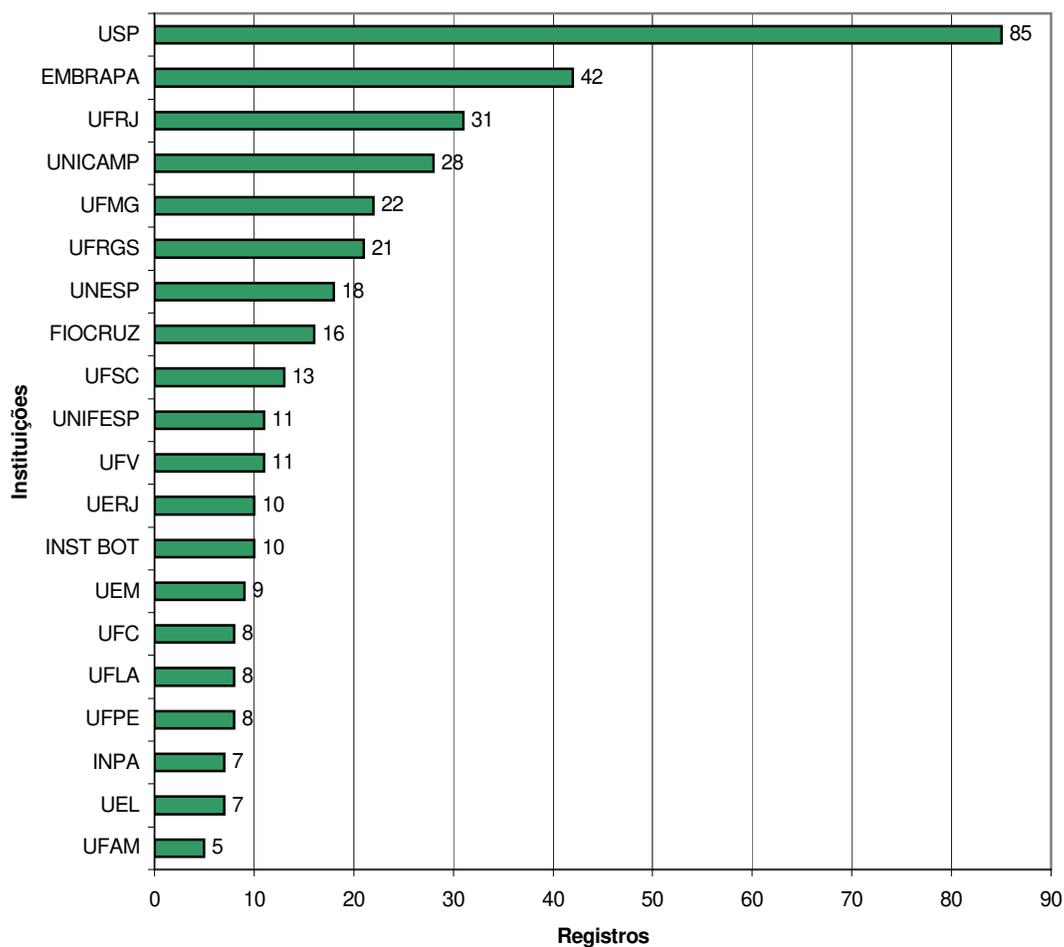


Fonte: SCI/ISI, via Web of Science (2006)

No Gráfico 4, fazendo um recorte na participação das instituições latino-americanas no número de publicações, podemos observar uma clara predominância das instituições brasileiras, que respondem por 12 das 20 instituições que mais publicaram no período de

1996-2006, seguidas em volume por instituições Mexicanas (UNAM – Universidade Nacional Autônoma de México) e da Universidade de Buenos Aires (UBA). As demais instituições pertencem a países como o Panamá, Chile, Colômbia e Costa Rica. México, Chile e Costa Rica estão envolvidos nos projetos ICBG. A Costa Rica, além do ICBG, participa de vários acordos de cooperação internacional através do *Instituto Nacional de Biodiversidad* – INBIO, centro de referência em gestão e pesquisa da biodiversidade. No caso panamenho podemos destacar a presença do *Smithsonian Research Tropical Institute*, centro internacionalmente reconhecido por suas pesquisas ligadas à biodiversidade tropical.

Gráfico 5 – Instituições brasileiras de pesquisa que mais publicaram artigos na área de Bioprospecção no período de 1986-2006.



Fonte: SCI/ISI, via Web of Science (2006)

Como as instituições do Brasil se destacam no contexto latino-americano, o gráfico 5 faz um recorte no país. Podemos observar que o gráfico enumera as 20 instituições brasileiras que mais publicaram. Observamos que a maioria das instituições está localizada na região Sul/Sudeste e distante das regiões mais biodiversas, como o Centro Oeste/Norte, onde se encontram os ecossistemas do Cerrado, Pantanal e Amazônico.

A pouca participação de instituições dessas regiões, no gráfico apenas representadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade Federal do Amazonas e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, que têm centros de pesquisa no cerrado e na Amazônia, é reflexo da alta concentração da pesquisa científica no eixo Sul-Sudeste do país e falta de investimento e desenvolvimento nessas regiões.

Por outro lado, destaca-se a presença marcante das universidades públicas do estado de São Paulo (USP, UNICAMP e UNESP) que, juntas, respondem por uma considerável fatia da produção científica nacional na área de bioprospecção. Ou seja, dos 370 artigos em bioprospecção produzidos por instituições latino-americanas nos últimos 20 anos, 131 (cerca de 35%) se originaram das universidades estaduais de São Paulo.

5. Considerações finais

A tarefa complexa de delimitar uma área multidisciplinar como a da bioprospecção se mostrou particularmente satisfatória. Através das combinações de expressões já expostas no item 3.2, conseguimos delimitar a área de atividade e assim coletar os dados usados na construção dos indicadores bibliométricos. Desse modo podemos vislumbrar a dinâmica científica da área de bioprospecção, área essa que se tem tornado cada vez mais importante no meio acadêmico.

O número de publicações tem crescido ano a ano em um ritmo veloz, e, apesar da predominância de áreas tradicionalmente vinculadas ao tema como as áreas químico-

farmacêuticas, observamos uma contribuição significativa de áreas como a genética e a biologia molecular. E a tendência é que essas novas áreas continuem crescendo dentro da bioprospecção e passem a contribuir cada vez mais para a pesquisa científica na área, dado o uso cada vez mais intenso das técnicas biotecnológicas.

Os indicadores confirmam a já esperada concentração da produção científica nos chamados países do Norte, em especial nos EUA. Essa concentração reflete a disparidade existente de conhecimento técnico-científico em bioprospecção no “conflito Norte-Sul”, ou seja, países chamados desenvolvidos e em desenvolvimento.

Essa questão se assevera ainda mais no caso dos países biodiversos que não possuem instrumentos para conhecer e explorar a sua própria biodiversidade. Apesar de constatada a concentração da produção científica em instituições de países do Norte, no recorte feito na América Latina, pode-se observar uma participação expressiva dos países da região, em especial do Brasil.

A bioprospecção é uma área de pesquisa em crescimento e tanto a comunidade científica dos países do Norte como a daqueles do Sul parecem estar interessadas em pesquisar essa temática, o que deve levar cada vez mais à existência de acordos de cooperação e troca de conhecimentos e experiências entre essas comunidades. Analisar as características e a dinâmica dessas parcerias é o foco de outro estudo que estamos empreendendo.

Referências

ADAM, D. Citation analysis: the counting house. **Nature**, v. 415, feb. 2002.

ARTUSO, A. Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. **World Development**, v. 30, n. 8, 2002.

ASSAD, A. L. D; SAMPAIO, M. J. A. **Acesso à biodiversidade e repartição de benefícios**. 2005. Relatório de Pesquisa (DPCT- IG) – Universidade Estadual de Campinas.

AZEVEDO, Cristina Maria do Amaral. A Regulamentação do Acesso aos Recursos Genéticos e aos Conhecimentos Tradicionais Associados, no Brasil. **Biota Neotropica**, v.5, n.1, janeiro de 2005, Disponível Em: <www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?point-of-view+BN00105012005>. Acesso em: 28 dez. 2005.

BRASIL. Medida provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/cgen/>>. Acesso em: 24 abr.2006.

COZZENS, S. E. What do citations count? The rhetoric-first model. **Scientometrics**, v. 15, 1989.

DAVYT, A; VELHO, L. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e presente. Como será o futuro? **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, mar./jun. 2000.

FARIA, L. I. L. **Prospecção tecnológica em materiais: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico. Aplicação na análise de tratamentos de superfície resistentes ao desgaste.** 2001. 180f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

GLÄNZEL, W; SCHUBERT, A. A new classification scheme of science fields designed for scientometric evaluation purposes. **Scientometrics**, v. 56, n. 3, 2003.

GARCÍA, M. P. G.; ROMÁN, A. R. Impacto de las revistas extranjeras en la geografía española: análisis de citas. **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 11, n. 632, 2006.

LEWISON, G. The definition and calibration of biomedical sub-fields. **Scientometrics**, v.46, n. 3, 1999.

LUUKKONEN, T. Why has Latour's theory of citations been ignored by the bibliometric community? Discussion of sociological interpretations of citation analysis. **Scientometrics**, v. 38, 1997.

MERTON, R. K. Os Imperativos Institucionais da Ciência. In: DEUS, J.D. **A Crítica da Ciência.** Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

MORITA-LOU, H. **Science and technology indicators for development.** Boulder: Westview Press, 1985.

NEDERHOF, A. J. The validity and reliability of evaluation of scholarly performance. In: VAN RAAN, A. F. J. (Ed.). **Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology.** Amsterdam: Elsevier/North-Holland, 1988.

PAVARINI, M. F. **Prospecção da Diversidade Biológica: Perspectivas para o Caso Brasileiro**.2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROGERS, L. A.; ANDERSON, J. A new approach to defining a multidisciplinary field of science: The case of cardiovascular biology. **Scientometrics**, v. 28, 1993.

SANT'ANA, P. J. P. **É possível a bioprospecção no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COOPE, 2002. (Tese de Doutorado).

SAYÃO, L. F. Bases de Dados: a metáfora da memória científica. **Ciência da Informação**, v. 25, n.3, 1996.

SPINAK, E. Scientometric indicators. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, 1998.

TRIGUEIRO, M. G. S. **Bioprospecção, uma nova fronteira da sociedade**. 2006. Relatório de Pesquisa (DPCT- IG) – Universidade Estadual de Campinas.

THOMSON. **Web of Science 7.0**. Philadelphia : Thomson Corporation, c2004. Disponível em: < http://thomsonscientific.com/media/scpdf/wos7-workshop_po.pdf >. Acesso em: 15 mar. 2006.

VAN RAAN, A. F. J.; VAN LEEUWEN, T. N. Assessment of the scientific basis of interdisciplinary, applied research: Application of bibliometric methods in Nutrition and Food Research. **Research Policy**, v. 31, 2002.

VIEGAS, C.; BOLZONI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, 2006.

ZIPP, L. S. Core serial titles in an interdisciplinary field: The case of environmental geology. **Library Resources & Technical Services**, v. 43, jan.1999.

CAPÍTULO 3. – INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE COOPERAÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL EM BIOPROSPECÇÃO.

Publicado como: LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. Indicadores bibliométricos de cooperação científica internacional em bioprospecção. **Perspectiva em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 50-64, 2007.

1. Introdução

A ciência tem uma série de características que lhe imprimem um caráter internacional: o conhecimento gerado é codificado em periódicos que estão disponíveis em todo o mundo, os pesquisadores se encontram em reuniões internacionais, viajam para trabalhar em laboratórios de outros países e freqüentemente envolvem colegas estrangeiros em seus projetos de pesquisa. Essas atividades têm se intensificado significativamente nos últimos anos, resultando em notável aumento da colaboração científica internacional. No início do século XX, a colaboração científica envolvia pesquisadores trabalhando na mesma instituição e, em alguns casos, colegas de diferentes instituições na mesma região ou país, como observa Wagner (2004). Na contemporaneidade, a colaboração internacional cresceu muito mais rapidamente do que a colaboração entre instituições dentro das fronteiras nacionais - no período entre 1988 a 2001, exemplificando, enquanto a proporção de artigos co-autorados em geral na base de dados do *Science Citation Index* aumentou 8%, o número de artigos em co-autoria internacional mais do que duplicou (NATIONAL SCIENCE BOARD, 2006). Por essa razão, aliada ao fato de que os artigos envolvendo autores de diferentes países tendem a ter maior impacto, os estudiosos da questão têm afirmado que a cooperação internacional é um requisito da ciência moderna de qualidade (MERLIN & PERSSON, 1996), e um dos principais fatores que determinam o sucesso na pesquisa científica (LECLERC et al.1992).

Para Luukkonen, Persson e Silvertsen (1992) são três os fatores que têm influenciado a cooperação científica internacional: 1) Os econômicos, ligados ao custo do projeto de pesquisa, levam os pesquisadores a buscar a colaboração com colegas de outros países, de forma a viabilizar financeiramente os projetos pela partilha dos custos. Tais fatores abrangem as pesquisas da chamada *big science* - atividades científicas que requerem alto investimento financeiro (aquisição de instrumentos caros e construção de laboratórios complexos como os aceleradores de partículas) e ocorrem mais freqüentemente entre as instituições dos países mais ricos. 2) Os cognitivos, relacionados ao acesso ao conhecimento, dizem respeito à busca dos pesquisadores por cooperação para complementar seu conhecimento em determinada área e assim agregar conhecimentos

essenciais para a execução de seus projetos. Como exemplo podemos tomar as redes multidisciplinares de pesquisa nas áreas de genética, biotecnologia e nanotecnologia. 3) Os Sociais, que são os fatores ligados à rede de relacionamento dos pesquisadores, levando-os a buscar cooperação com colegas com os quais mantenham relações tanto profissionais como pessoais, ou por afinidade temática, emocional ou ideológica. Um bom exemplo é a relação que se estabelece entre orientador e orientado, parceria essa que tende a se manter mesmo após o vínculo formal desaparecer.

Além dos fatores apresentados acima, Georghiou (1998), nos fala dos “benefícios” que agem como motivação para a cooperação entre pesquisadores. Tais benefícios podem ser diretos e indiretos:

Diretos:

- Acesso a conhecimento, especialistas e habilidades em ciência e tecnologia;
- Acesso a lugares únicos, grupos populacionais específicos;
- Divisão de custos e riscos;
- Solução para questões globais e estabelecimento de padrões internacionais.

Indiretos:

- Motivações estratégicas, por exemplo, situações em que a colaboração é motivada por fatores externos de natureza política, econômica ou cultural.

Como observamos, diversos aspectos influenciam o aumento da cooperação científica, mas a incidência dos fatores mencionados tem atingido áreas de conhecimento e países avançados e em desenvolvimento de formas diferentes. Em termos de áreas do conhecimento, a colaboração internacional, vista em termos globais, é muito mais comum nas ciências exatas e da terra (em torno de 35% das publicações) do que nas ciências humanas e sociais, onde os artigos em co-autoria internacional representaram apenas 14% do total das publicações de 2003. Vale notar também que, no período entre 1988 e 2003, o maior crescimento em termos de cooperação internacional se deu nas engenharias/tecnologia, refletindo a tendência atual de parcerias entre empresas e entre

setor público de pesquisa e setor produtivo no nível global. Esse padrão, entretanto, reflete a realidade dos países industrializados, já que esses, considerados em conjunto, publicam mais de 80% dos artigos indexados no Science Citation Index - SCI (NATIONAL SCIENCE BOARD, 2006). Quando se analisa, separadamente, a produção dos países em desenvolvimento, a presença da cooperação internacional é mais marcante nas ciências da vida, particularmente na biomedicina e nas ciências agrárias, indicando a prioridade colocada nessas áreas pelos governos destes países, assim como por financiadores internacionais, principalmente as agências de cooperação para o desenvolvimento (WAGNER et al, 2001).

A motivação dos pesquisadores para se envolver em atividade de colaboração internacional também varia – os provenientes dos países avançados tendem a ser movidos por fatores tais como o acesso ao conhecimento e tecnologias inéditas em seus países de origem, interesses comuns e partilha de financiamento. Já a colaboração dos países avançados com os países em desenvolvimento tende a acontecer principalmente pela necessidade dos primeiros em ter acesso a lugares, grupos populacionais e conhecimentos tradicionais disponíveis apenas nos últimos.

No caso específico da área de bioprospecção, que consiste, em termos amplos, na identificação e avaliação de material biológico encontrado na natureza para a obtenção de novos produtos ou processos (ARTUSO, 2002), a colaboração científica internacional é motivada pelo interesse dos países avançados em ter acesso aos recursos da biodiversidade e conhecimentos tradicionais das populações dos países em desenvolvimento (VELHO, 2002).

Sendo assim, este artigo busca compreender a cooperação internacional nas atividades científicas ligadas à bioprospecção, através da análise bibliométrica de dados de co-autoria em *papers*. Parte-se da premissa que essa análise possa identificar os países que estabelecem parcerias nesta área, assim como a intensidade em que essa cooperação tem variado no tempo. A área de bioprospecção foi escolhida devido à sua crescente

importância em nível mundial, sobretudo após a ratificação da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB).

O texto está estruturado em três seções principais. Primeiramente, faz-se uma breve caracterização sobre o uso da análise bibliométrica no estudo da cooperação científica. Em seguida, apresenta-se a metodologia de coleta dos dados, extraídos do *Science Citation Index* no período de 1986-2006. Por fim, os resultados obtidos são dispostos em gráficos e mapas bibliométricos de co-autoria e analisados à luz da literatura relevante e do contexto.

2. Indicadores bibliométricos de cooperação científica

Em anos recentes, como afirma Katz (1994), a comunidade científica e os analistas de política científica têm se interessado em entender o crescente fenômeno da colaboração em pesquisa. Vários autores analisam essa cooperação, buscando identificar os fatores (LUUKKONEN, PERSSON e SILVERTSEN, 1992), e as motivações (GEORGHIOU 1998) responsáveis por tal crescimento. Assim, a cooperação científica internacional tem sido objeto de estudo de disciplinas como a sociologia, a política e a bibliometria. (WAGNER, 2004). Esta última é a perspectiva adotada por esse artigo. Quando se fala de cooperação científica na visão da bibliometria, devemos ter em mente que quase sempre estamos nos referindo à análise de trabalhos publicados em co-autoria.

Para Leclerc et al.(1992), os artigos em co-autoria transnacional são um importante indicador de cooperação científica internacional, lançando uma luz nos canais da ciência *mainstream* e provendo informações concernentes às tendências e ao grau de atividade científica. Estudos semelhantes foram desenvolvidos por Price e Beaver (1966), que usaram as relações de co-autoria para investigar as estruturas sociais e sua influência na ciência e mais especificamente na análise das redes. Stokes e Hartley (1989) examinaram, também através de dados de co-autoria de artigos, caminhos para identificar os cientistas mais influentes, as chamadas “figuras chave”.

Apesar da análise bibliométrica de co-autoria ser bastante usada na construção de indicadores de cooperação científica, a validade desta técnica para estudar a cooperação científica internacional ainda não é consensual. A co-autoria retrata apenas uma parte – aquela mais formal – das várias atividades envolvidas nos trabalhos colaborativos, assim como das contribuições de cada autor na atividade de pesquisa em questão. Uma outra fonte importante de registro da cooperação, e também registrada na literatura científica, são os *acknowledgements* ou agradecimentos, como nos informa Roa Cellis (2002). Por isso ao analisarmos dados de co-autoria na intenção de construir indicadores de cooperação, devemos ter em mente algumas opções a considerar dependendo do tipo de questão a ser levantada (MERLIN e PERSSON, 1996):

- Nível de agregação ou foco do estudo;
- Análise de artigos, estudo da co-autoria nacional ou internacional;
- Análise das redes, a co-autoria pode ser usada na construção de redes de pesquisa e comunicação científica.

A definição prévia do foco e o recorte geográfico do estudo são importantes para a escolha apropriada do instrumental bibliométrico. Nesse sentido, vale apontar que o campo “autor” é alvo de críticas, uma vez que nem toda colaboração resulta em artigo e, por outro lado, co-autoria nem sempre indica colaboração, existindo todo um processo de negociação entre os colaboradores para decisão sobre quem vai assinar determinado artigo. Além do mais, esse processo de negociação varia entre áreas do conhecimento e reflete processos sociais condicionados pelo contexto histórico e social em que se localizam os colaboradores.

Apesar de não abranger todos os aspectos e formas possíveis da cooperação científica, excluindo, por exemplo, o conhecimento tácito transmitido entre pesquisadores, e apesar das limitações apontadas acima, a análise bibliométrica de co-autoria é reconhecidamente o método mais difundido de estudo quantitativo da cooperação científica, sendo usado pela maior parte dos autores que trabalham com esse tema

(LUUKKONEN et al, 1993)¹; MELIN, 1999)⁵ e GLÄNZEL, 2001)⁶. Por esta razão, e pelo fato de que a análise de co-autoria permite analisar um importante meio de comunicação científica, qual seja, os artigos publicados em periódicos especializados, optamos por esse caminho neste artigo.

3. Metodologia

A fonte dos dados usada no estudo é a base de dados multidisciplinar *Science Citation Index (SCI)*. A escolha deve-se à sua abrangência e representatividade, sendo o SCI responsável pela indexação de documentos das mais diversas áreas do conhecimento, entre elas as de agricultura, tecnologia dos alimentos, bioquímica, biologia, ciências médicas, química, computação, ciências ambientais, genética, microbiologia, farmacologia, veterinária e zoologia (THOMSON, c2004), áreas afins ao foco desse estudo - a bioprospecção.

Outro fator crucial para a escolha do *Science Citation Index* é o método de indexação da base de dados, que registra os dados bibliográficos completos para cada documento incorporado, incluindo os resumos originais em inglês, os endereços dos autores e editores e as referências bibliográficas citadas em cada artigo (TESTA, 1998). O processo de indexação dos dados de afiliação de todos os autores é fundamental para o estudo da cooperação científica internacional através da co-autoria.

Os descritores para recuperação dos *papers* relativos à bioprospecção foram escolhidos a partir do teste de diversas estratégias de busca, associando verbos que indicam atividade prospectiva como “*extract*” e “*prospecting*” a elementos da biodiversidade.

1 LUUKKONEN, T., TIJSEEN, R. J. W., PERSSON, O., SIVERTSEN, G. The measurement of international scientific collaboration. **Scientometrics**, v. 28, 1993.

5 MELIN, G. Impact of national size on research collaboration. **Scientometrics**, v. 46, 1999.

6 GLÄNZEL, W. National characteristics in international scientific co-authorship relations, **Scientometrics**, v. 51, 2001.

Essas estratégias de caráter exploratório tinham o objetivo de refinar os descritores, devido à complexidade de se trabalhar com áreas multidisciplinares. Uma vez definidos os descritores, os mesmos foram usados em estratégias combinadas na modalidade de busca *Advanced Search* do *Science Citation Index*.

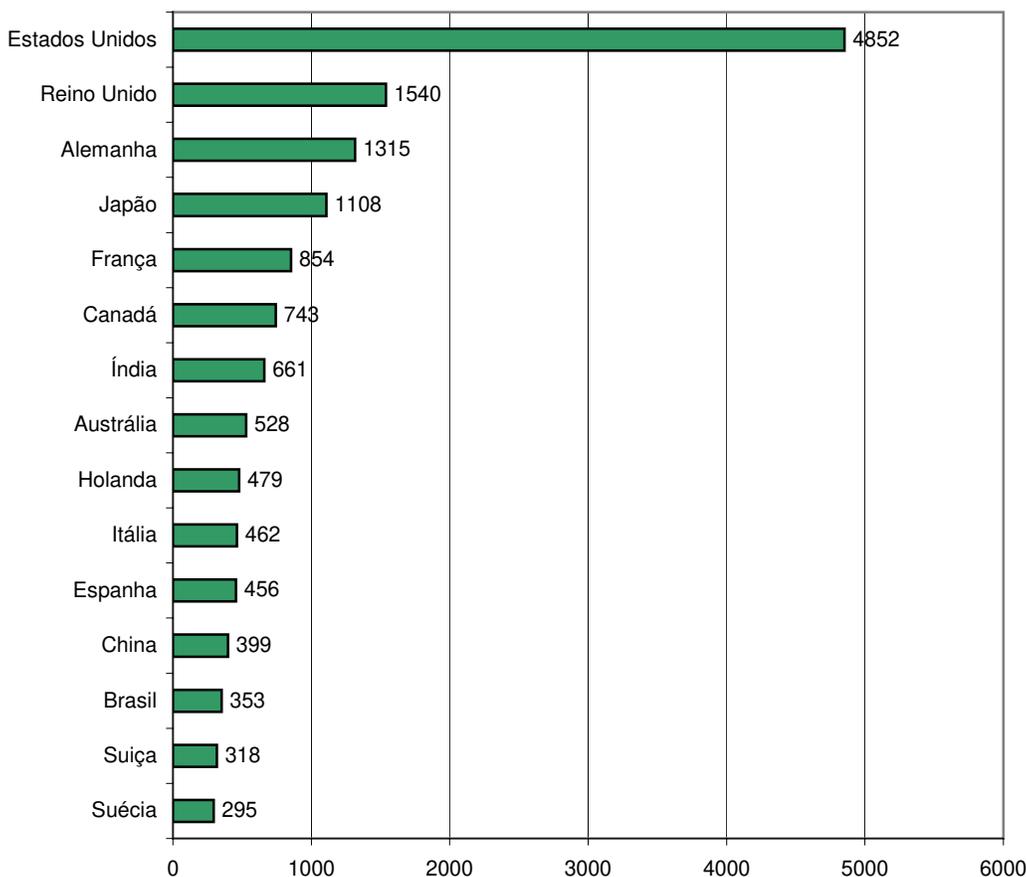
A busca, restrita aos anos de 1986 a 2006, recuperou 20.439 artigos que sofreram tratamento bibliométrico automatizado através do software VantagePoint, software de *Data Mining* que permite a extração de “conhecimento” de bases de dados.

A escolha do período analisado teve o objetivo de limitar o estudo em duas décadas, sem perda de atualidade dos dados.

4. Resultados e discussão

A partir dos dados coletados no *Science Citation Index* foram produzidos gráficos e mapas de co-autoria que vão nos ajudar a compreender a atividade científica na área de bioprospecção.

Gráfico 1 – Países que mais publicaram na área de bioprospecção no período de 1986-2006, segundo dados extraídos do SCI.

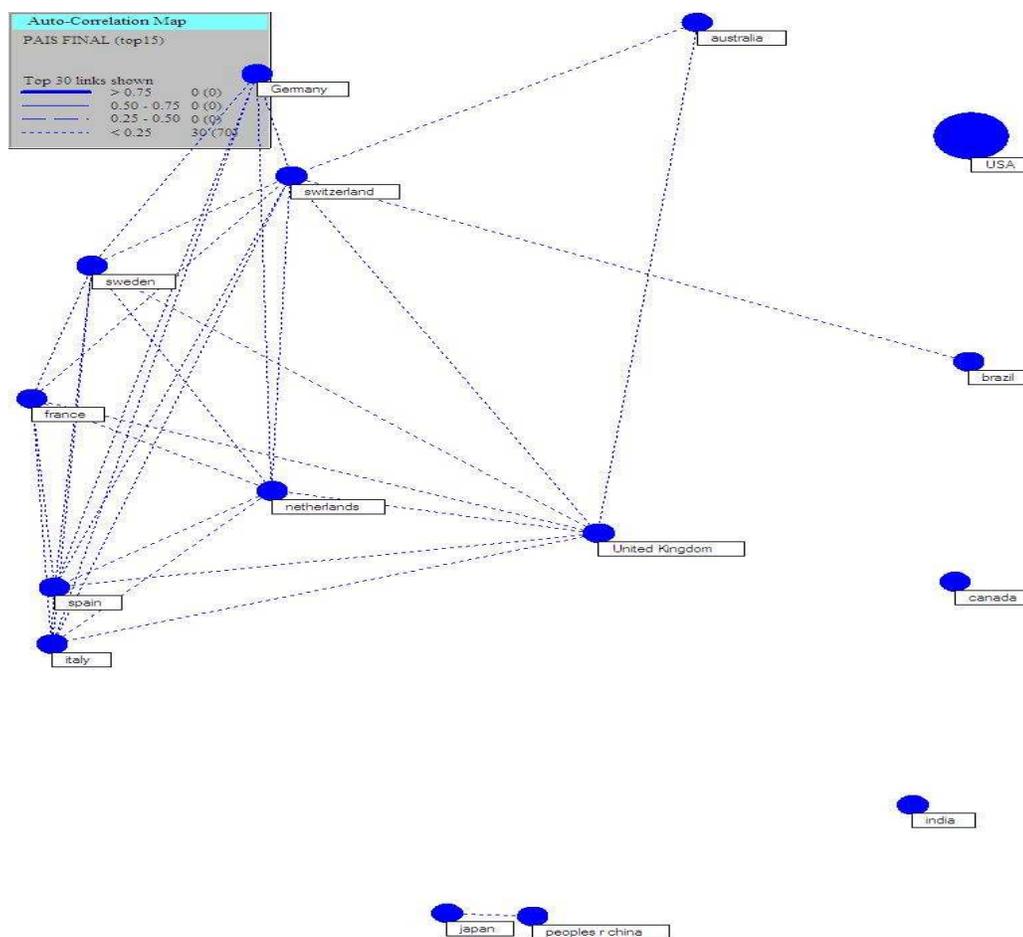


Fonte: SCI, via *Web of Science* (2006)

No gráfico 1 observa-se o *ranking* dos países que mais publicaram na área de bioprospecção no período estudado. O gráfico indica uma clara predominância dos países avançados do Norte, em especial dos Estados Unidos que lideram o ranking com 4,852 artigos indexados e dos países da Europa ocidental. Outras nações bem colocadas são Japão e Canadá que, através de institutos de pesquisa (Hitachi Foundation e International Development Research Centre), fazem parte - como a maioria dos países representados no gráfico - do ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications). O objetivo do ISAAA é facilitar a transferência e adoção de aplicações biotecnológicas para os países em desenvolvimento além de construir parcerias entre

instituições do Sul com o setor privado do Norte, e de fortalecer a cooperação Sul-Sul. Essa iniciativa tem financiado cerca de uma dúzia de projetos, contratados e implementados ou ainda em desenvolvimento (VELHO & VELHO, 2001).

Figura 1 - Mapa de Co-autoria em Bioprospecção no período de 1986-2006, segundo dados extraídos do SCI.



Fonte: SCI, via *Web of Science* (2006)

Outro fato que chama a atenção no Gráfico 1 é a presença do Brasil, China e Índia, membros dos chamados países megadiversos - grupo composto por 14 países que possuem juntos, cerca de 70% da diversidade biológica do mundo (NANNI, 2003). Tal fato nos remete ao interesse crescente dos países ricos em biodiversidade em pesquisar e explorar seus próprios recursos genéticos, em especial aquelas nações consideradas economicamente emergentes.

Na figura 1, como pode ser observado, foram mapeadas as ligações existentes entre os países que mais publicaram em uma faixa de co-relação 0,30, considerada representativa segundo o coeficiente de Pearson⁷. Podemos observar que praticamente as ligações se restringiram aos países da Europa Ocidental, com exceções da colaboração entre Reino Unido e Austrália, China e Japão, e Brasil e Suíça. Os vínculos de co-autoria refletem as afinidades econômicas, culturais e geográficas desses países, em especial no caso europeu onde todos os países com exceção da Suíça são membros da união europeia. Tal fato também é evidente na cooperação entre Reino Unido e Austrália que mantêm laços históricos e políticos.

Outro aspecto interessante é a ligação entre Brasil e Suíça, sendo o primeiro um país megadiverso que estabelece parceria com a segundo, sede de importantes empresas industriais do setor farmacêutico como a Novartis, Pharmacia Aktiebolag e F. Hoffman-la Roche. Tais vínculos, detectados por parcerias em artigos científicos, podem indicar uma colaboração estratégica entre pesquisadores dos dois países, qual seja, a realização de pesquisas bioprospectivas de utilidade para a indústria farmacêutica.

Os Estados Unidos, país que lidera o *ranking* em número de publicações em bioprospecção, não mantiveram cooperação internacional proporcional com os demais países analisados. Este fenômeno pode indicar que o país mantém vínculos nacionais mais

⁷ O coeficiente de correlação de Pearson também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de "r de Pearson" mede o grau da correspondência (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis de [escala](#) métrica (intervalar ou de rácio). Usado justamente para não nos enganarmos com os números absolutos e analisarmos as ligações proporcionais.

fortes em detrimento dos vínculos internacionais na sua produção científica em bioprospecção. Vale ressaltar, no entanto, que esse dado não exclui os EUA de ser um dos principais parceiros de cooperação de países com volume menor de publicação.

A América Latina abriga 8 das 14 nações consideradas megadiversas, razão pela qual no quadro 1, recortamos em uma matriz as co-autorias envolvendo os países latino-americanos e seus parceiros internacionais. A matriz se limitou a destacar apenas os países que apresentaram 20 *papers* ou mais indexados na base de dados no período estudado.

Observa-se na matriz que os principais parceiros dos países latino-americanos são os Estados Unidos e os países membros da União Européia, em detrimento de países mais próximos em termos de realidade socioeconômica localizados em outras regiões do globo como Ásia, África, Oceania e restante do continente americano, abarcados sob o rótulo “outros países”.

Tal fato já era esperado, uma vez que as nações latino-americanas biodiversas tendem a buscar parceiros do Norte, detentores de conhecimento técnico-científico e de recursos financeiros, para auxiliá-las na exploração de sua biodiversidade - em especial de países da Europa e dos Estados Unidos, com quem a região mantém antigos laços históricos, culturais e geopolíticos.

Com a exceção de Brasil, Argentina e Venezuela, que apresentam mais *papers* em colaboração com países membros da União Européia, os Estados Unidos é o principal parceiro dos países latino-americanos. O peso dessa parceria é visível nos casos do Peru, Chile e Panamá. O caso peruano merece destaque, uma vez que dos 20 *papers* produzidos por autores daquele país, 11 apresentaram ligações de co-autoria com os Estados Unidos. Essa forte ligação pode ser um reflexo da participação do Peru nos projetos ICBG (Grupos Internacionais de Cooperação em Biotecnologia), onde importantes institutos de pesquisa do Peru, como o museu de História Natural e a Universidade Cayetano cooperam com universidades e empresas americanas, principalmente na área de fontes botânicas para novos medicamentos (VELHO & VELHO, 2001).

Apesar da liderança americana, com 133 ligações de co-autoria com países latino-americanos, a matriz nos mostra a existência de um equilíbrio com o pólo europeu, uma vez que as ligações européias com autores latino-americanos somam 119. O Brasil é um bom exemplo desse caso - a participação européia e americana com o país difere por apenas dois *papers*.

Quadro 1 – Matriz de co-autoria internacional – Países Latino-americanos, no período de 1986-2006, segundo dados extraídos do SCI.

Total de Artigos	Países	Parceiros de Co-autoria		
		União Européia	Estados Unidos	Outros Países
353	Brasil	36	34	9
142	México	23	31	13
111	Argentina	25	8	7
44	Chile	8	17	1
33	Colombia	5	9	7
28	Panamá	7	11	8
25	Costa Rica	4	9	3
20	Peru	5	11	3
20	Venezuela	6	3	3

Fonte: SCI, via *Web of Science* (2006)

No quadro 2 a matriz aborda as co-autorias existentes entre países latino-americanos, tomando também como critério o mínimo de 20 *papers* indexados, tendo como objetivo analisar a colaboração regional na área de bioprospecção. A cooperação em número de *papers* entre os latino-americanos é relativamente pequena - no caso brasileiro, de todos os 353 artigos publicados, apenas 08 foram em co-autoria com países latino-americanos. O mesmo podendo ser dito de outros países como México (08) e Argentina

(10) - mas, em termos proporcionais, países como Argentina, Chile, Colômbia e outros cooperaram significativamente com os países da região.

Quadro 2 – Matriz de co-autoria regional - Países Latino-americanos, no período de 1986-2006, segundo dados extraídos do SCI.

Países	Parceiros de Co-autoria								
	Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia	Panamá	Costa Rica	Peru	Venezuela
Brasil	353	1	2	1			2	2	
México	1	142	2	2	1			1	1
Argentina	2	1	111	3	1	2	1		
Chile	1	2	3	44					
Colombia		1	1		33	1	2	2	
Panamá			2		1	28	1		
Costa Rica	2		1		2	1	25		
Peru	2	1			2			20	
Venezuela		1							20

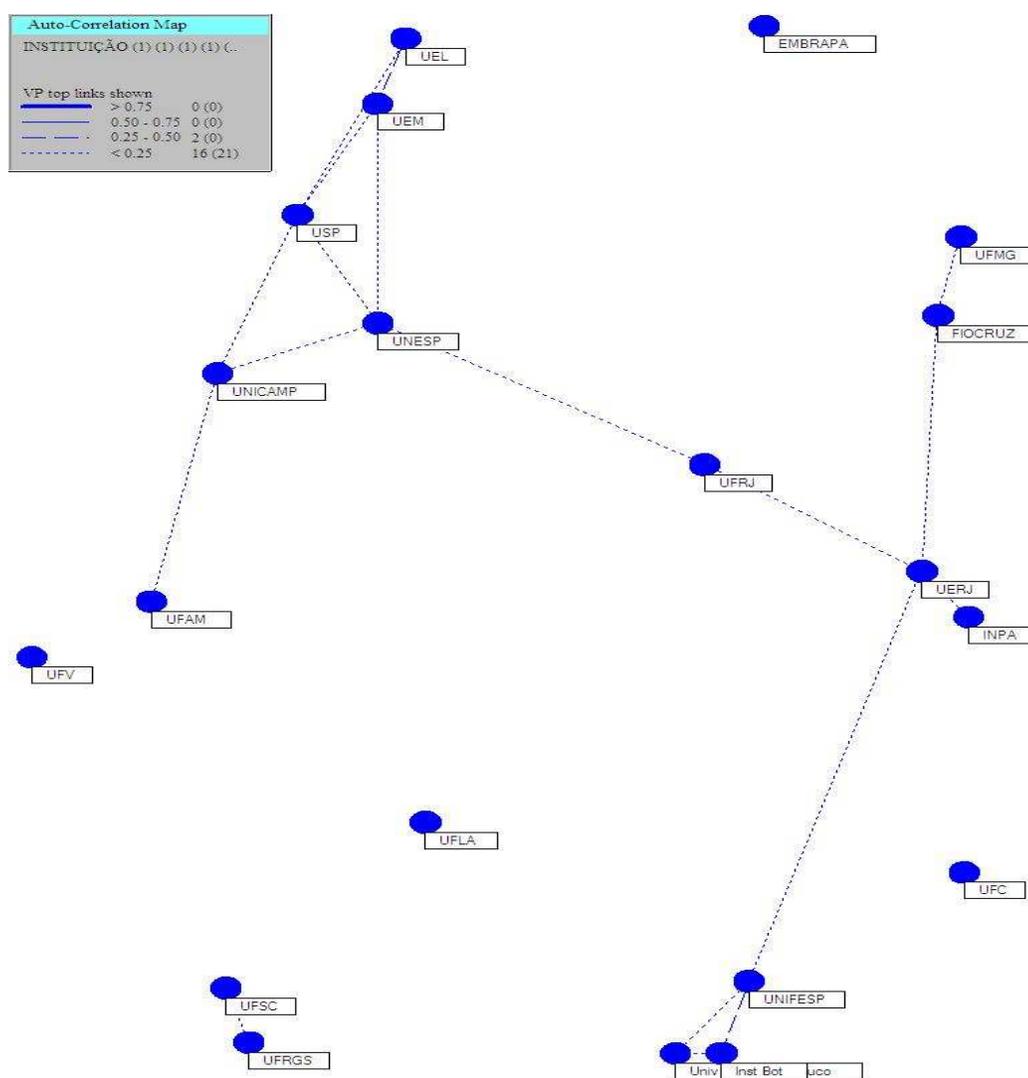
Fonte: SCI, via *Web of Science* (2006)

É interessante ressaltar que a área destacada na matriz indica o total de artigos do país indexados e não em co-autoria, podendo-se tomar como exemplo o Peru - dos 20 artigos indexados no período analisado, 5 foram em colaboração com outros países latino-americanos.

No caso brasileiro, se observamos o quadro 2, veremos que dos 353 artigos indexados do país, 79 deles são em co-autoria com outros países, tornando os 8 artigos em colaboração com seus vizinhos mais representativos.

Através dos gráficos, mapas e matrizes podemos observar que o Brasil se destaca no contexto latino-americano em volume de publicações indexadas, sendo o único país latino-americano a figurar no gráfico 1, fazendo-se conveniente explicitar na figura 2 as ligações de co-autoria na área de bioprospecção entre as instituições de pesquisa do país que mais publicaram no período estudado.

Figura 2 – Mapa de Co-autoria - Instituições brasileiras, no período de 1986-2006, segundo dados extraídos do SCI.



Fonte: SCI, via *Web of Science* (2006)

Na figura 2 identifica-se a existência de um “*cluster*” envolvendo as universidades estaduais do estado de São Paulo e Paraná – Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual Paulista, Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, instituições estas envolvidas direta ou indiretamente em projetos ligados à Mata Atlântica do programa Biota financiado pela FAPESP⁸, que desenvolve pesquisas de caracterização, conservação e uso sustentável da biodiversidade.

Outro agrupamento (aparentemente sem vínculo formal entre si) envolve o Instituto de Botânica de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo e Universidade Federal de Pernambuco, instituições com tradição acadêmica em pesquisas nas áreas de ciências biológicas e da saúde, com destaque para o Instituto Botânico que mantém programas específicos ligados à biodiversidade e à bioprospecção.

Outras colaborações envolvem Universidade Federal de Minas Gerais - FIOCRUZ, Universidade Estadual do Rio de Janeiro - FIOCRUZ, Universidade Estadual de Campinas – Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Santa Catarina – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Estadual Paulista – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Estadual do Rio de Janeiro - Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Estadual do Rio de Janeiro – Universidade Federal de São Paulo. Constata-se um predomínio dos vínculos entre instituições das regiões Sudeste e Sul do Brasil, regiões essas mais desenvolvidas economicamente e que provavelmente destinaram mais recursos para pesquisas na área. Neste panorama, destaca-se a participação da Universidade Estadual do Rio de Janeiro que mantém vínculos com 4 instituições, em especial com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - tal proeminência é decorrente da postura da Universidade em trabalhar o tema através de programas de pós-graduação, como o multidisciplinar curso de Meio Ambiente e do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável.

8 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Outro dado interessante é o isolamento de um instituto de pesquisa do porte da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que possui unidades em praticamente todos os estados brasileiros e, provavelmente, responde por uma considerável fatia da produção em bioprospecção na área agrícola, um nicho que tem despertado o interesse das agências internacionais de fomento. Além da EMBRAPA, as Universidades Federais de Viçosa e Lavras - outras duas instituições de ensino e pesquisa com forte tradição na área agropecuária - também se encontram isoladas. Apesar de insuficientes para traçar uma tendência da área, os dados aqui analisados podem indicar um viés institucional na pesquisa brasileira realizada nas áreas de bioprospecção, ciências agrárias e veterinárias. É interessante destacar que a figura 2 representa apenas as ligações de co-autoria nacionais.

5. Considerações Finais

A análise dos indicadores aqui apresentados nos permite observar alguns fatores que parecem influenciar as relações de colaboração científica na área de bioprospecção, como as afinidades econômicas, culturais e geográficas. E, apesar de limitada aos países que mais publicaram no período analisado, a figura 1 explicita a dinâmica da cooperação científica, em que países avançados tendem a cooperar mais entre si em detrimento, inclusive, da parceria com países em desenvolvimento megadiversos.

Dos resultados expostos a partir de uma perspectiva global podemos considerar como um dos resultados mais desalentadores a baixa taxa de colaboração existente na área de bioprospecção entre os países da América Latina e, com a exceção de alguns países, a posição periférica que a região ocupa no panorama da pesquisa mundial nesta área. Essa região, tão rica em recursos biodiversos, necessita de um esforço regional na formulação de políticas científicas e tecnológicas voltadas à bioprospecção, com o objetivo de fomentar a geração e a transferência de tecnologia.

Por fim, é importante mencionar que dentro do sistema de ciência e tecnologia os indicadores bibliométricos são úteis para avaliar resultados do investimento em pesquisa; porém, é arriscado concluir sobre a dinâmica da área de bioprospecção baseado apenas em

dados quantitativos, utilizando-se da mensuração como única fonte confiável para retratar a realidade desta área. No entanto, os dados permitem confirmar a interferência de diversos fatores nos vínculos de colaboração estabelecidos na produção do conhecimento científico na área estudada.

Referências

ARTUSO, A. **Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building**. *World Development*, v. 30, n. 8, 2002.

GEORGHIOU, L. **Global cooperation in research**. *Research Policy*, v. 27, 1998.

KATZ, J.S. Geographical Proximity and Scientific Collaboration. *Scientometrics*, v. 31, n.1, 1994.

LECLERC, M. et al. Scientific co-operation between Canada and the European Community. *Science and public Policy*, v. 19, n. 1, 1992.

LUUKKONEN, T.; PERSSON, O.; SIVERTSEN, G. Understanding Patterns of International Scientific Collaboration. *Science, Technology, & Human Values*, v.17, n.1, 1992.

MERLIN, G; PERSSON, O. Studying research collaboration using co-authorship. *Scientometrics*, v. 36, n. 3, 1996.

NANNI, S. A quem pertence a biodiversidade? **Com ciência**, Campinas, abr. 2003. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/reportagens/genetico/gen02.shtml>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

NATIONAL SCIENCE BOARD. **Science and Engineering Indicators 2006**. Arlington: National Science Foundation, 2006.

ROA CELIS, Adriana. **A dinâmica da Comunidade científica na produção do conhecimento um estudo da imunologia no Brasil e na Colômbia**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, UNICAMP, Campinas, 2002.

PRICE, D. J. S.; BEAVER, D. B. Collaboration in an invisible college. **American Psychologist**, v. 21, 1966.

STOKES, T. D.; HARTLEY, J. A. Coauthorship, social structure and influence within specialties. **Social Studies of Science**, v. 19, 1989.

TESTA, J. A base de dados ISI e seu processo de seleção de revistas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, 1998.

THOMSON. **Web of Science 7.0**. Philadelphia : Thomson Corporation, c2004. Disponível em: <http://thomsonscientific.com/media/scpdf/wos7-workshop_po.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2006.

VELHO, L. North-South Colaboration and Systems of Innovation. In: NORTH-SOUTH RESEARCH COOPERATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 2001, Amsterdam. **Anais...**Amsterdam: Koninklijke Nederlandse, 2002.

VELHO, P. E.; VELHO, L. M. S. **Biotecnologia e recursos genéticos: ação e cooperação**. Brasília: MCT, 2001. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/443.pdf>. Acesso em 05 out. 2006.

WAGNER, C. S. **International Collaboration in Science: A New Dynamic for Knowledge Creation**. 2004. Tese (Doutorado) – Amsterdam School of Communications Research, University of Amsterdam, Amsterdam, 2004.

CAPITULO 4.- INDICADORES IBERO-AMERICANOS DE ATIVIDADE CIENTÍFICA EM BIOPROSPECÇÃO.

Submetido para publicação em: LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S. Indicadores ibero-americanos de atividade científica em bioprospecção. Artigo submetido para publicação no periódico: *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*.

1. Introdução

O campo temático multidisciplinar da área de bioprospecção ainda é pouco estudado através de técnicas bibliométricas, tendo em vista que é uma área relativamente nova e multidisciplinar. No entanto, a bioprospecção, definida em termos amplos por Artuso (2002) como a coleta, identificação e avaliação de material biológico encontrado na natureza para a obtenção de novos produtos ou processos, vem ganhando cada vez mais destaque no cenário mundial, sobretudo após a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) realizada no Rio de Janeiro em 1992. A temática vem tomando destaque nos últimos anos, tanto por parte dos países com grande biodiversidade, quanto daqueles que detêm conhecimento e tecnologia para explorar os tais recursos, o que torna cada vez mais imperiosa a necessidade da geração de indicadores que sirvam de subsídios para a tomada de decisão em política científica e tecnológica na área. Evidentemente, uma das informações, ou indicadores, importantes para a tomada de decisão em política de C&T relativa à biodiversidade, é a identificação de quais são os países, instituições e grupos de pesquisa que estão dedicados a essa atividade.

Tendo em vista este panorama, o presente estudo visa fornecer uma visão global da atividade científica ibero-americana (América Latina + Espanha e Portugal) em bioprospecção, através da confecção de indicadores bibliométricos unidimensionais a partir de documentos científicos indexados na base de dados multidisciplinar *Science Citation Index* (SCI). É importante destacar que a região política conhecida como ibero-america, que abriga os países da península ibérica e as nações americanas surgidas da desintegração do antigo império colonial português e espanhol, conta com 7 dos 12 países conhecidos como megadiversos¹, tornando o recorte em ibero-america representativo sob a ótica geopolítica.

O artigo está estruturado em três seções principais: uma breve caracterização dos indicadores no estudo da atividade científica, seguida pela apresentação dos métodos e

¹ Os 12 países que compõem o grupo dos megadiversos são: Brasil, China, México, Índia, Colômbia, Venezuela, Peru, Costa Rica, Equador, África do Sul, Quênia e Indonésia. Estes países possuem cerca de 70% da biodiversidade mundial.

materiais usados e, por fim, os resultados obtidos, que estão dispostos em gráficos divididos por temas.

2. Indicadores de atividade científica

Sendo a atividade científica e tecnológica um elemento básico no desenvolvimento de países e sociedades, favorecendo a assimilação de novos conceitos e a transmissão de novas tecnologias (FERNANDEZ et al, 2002), torna-se necessário conhecer o resultado dos recursos que a sociedade destina a esta atividade. Desse modo, é premente sua constante avaliação que, segundo Spinak (1998), visa obter resultados a respeito do êxito dos objetivos estabelecidos pela política científica de cada país e seu valor no contexto desta sociedade.

A metodologia relacionada com a avaliação científica pode ser dividida em dois grupos: a que trabalha com aspectos qualitativos e a que mede aspectos quantitativos.

A primeira mede a qualidade da produção científica em várias dimensões e se realiza principalmente através da avaliação por pares, também conhecida pelo termo *peer review*. A segunda é o foco deste artigo e trabalha com os indicadores científicos de atividade, que são construídos através da aplicação da bibliometria na literatura científica.

A bibliometria ajuda a identificar, através da análise de publicações, o desenvolvimento de determinada área do conhecimento. Seu alcance pode abarcar desde a produção científica individual, de grupo ou instituição de pesquisa, até o comportamento de todo um setor temático durante um período definido. (ARENCIBIA JORGE e ARAUJO RUIZ, 2004).

O uso da bibliometria como ferramenta de mensuração científica se deve, em parte, à proliferação e disponibilidade de fontes e recursos de informação secundária em formato digital, conhecidas como bases de dados - consequência direta do avanço das chamadas TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) – que tornaram possível o acesso e a manipulação de grandes volumes de dados a grandes distâncias.

Os indicadores bibliométricos recebem diversas classificações, normalmente relacionadas à sua finalidade, como as de Lopez Piñero e Terrada (1992) que agrupam os indicadores em 4 tipos: Produção, Dispersão, Consumo e Repercussão das publicações. Estes grupos são resumidos em dois por Bordons Gangas e Zulueta (1999): indicadores de atividade e de impacto

Estas classificações somente abrangem indicadores que trabalham com uma característica dos documentos e por isso são chamados de unidimensionais, não levando em conta a existência de vínculos comuns que possam existir entre eles, ou seja, mostram em forma de listas dados relativos ao número e impacto da atividade científica (SANZ CASADO e MARTÍN MORENO, 1997).

Há ainda os indicadores bidimensionais ou relacionais - também conhecidos como de ligação - que mostram as relações existentes entre os registros (co-ocorrência), e os multidimensionais, que usam técnica estatística multivariável.

Os indicadores de atividade científica são os mais simples de se trabalhar, e fornecem informações valiosas, uma vez que a quantidade e distribuição das publicações de determinadas áreas do conhecimento, grupos de pesquisa, instituições ou países (SANCHO, 1990), refletem aspectos importantes da dinâmica de produção de conhecimento específica de cada uma daquelas unidades. Assim, partindo da atividade científica - definida em termos bibliométricos por FERREIRO (1993) como a soma de todos os produtos científicos individualizados gerados em uma determinada comunidade (nacional, internacional, setorial) - este artigo analisa a atividade científica ibero-americana em bioprospecção.

3. Métodos e materiais

Como fonte dos registros bibliográficos dos trabalhos realizados por pesquisadores Ibero-americanos, foi empregada a base *Science Citation Index* (SCI) da *Thompson Scientific*, através do portal periódicos da CAPES, abrangendo o período de 1986-2006 -

ainda que este último não se encontre completo. O SCI indexa mais de 5,800 periódicos cobrindo mais de 100 disciplinas, sendo a base de dados de publicação científica com maior cobertura multidisciplinar.

A estratégia de busca consistiu em recuperar a informação presente em todos os campos do registro bibliográfico, através de estratégias de busca combinadas envolvendo descritores da área de biodiversidade associados a elementos que indicavam atividade prospectiva, conforme descrito em LIMA; VELHO e FARIA (2007a). É importante ressaltar que delimitar a produção científica que corresponde a uma área de pesquisa multidisciplinar como a bioprospecção não é tarefa trivial.

Os registros recuperados através desta estratégia foram 25.258, que correspondiam a toda a atividade científica global em bioprospecção do período analisado, sendo que apenas 2.246 apresentavam autores com ao menos uma direção institucional localizada em algum país ibero-americano. É importante destacar que foram recuperados, e considerados na análise, os mais variados tipos de documento de comunicação científica (article, review, letter, etc.). Mais comumente, os estudos bibliométricos que usam a base SCI tendem a analisar somente os artigos científicos contidos nos periódicos indexados, assumindo que estes têm maior qualidade e são mais representativos da atividade científica do que os artigos de revisão, cartas, e outros. Decidiu-se aqui incluir todos os tipos de publicação porque o objetivo é analisar a atividade de pesquisa (e não somente a produção científica) e essa está refletida não apenas na publicação dos resultados em artigos, mas também nas demais formas de comunicação científica.

O Formato elegido para exportação dos registros “ibero-americanos” foi composto pelos campos:

- Autores,
- Título,
- Idioma,
- Afiliação de Autor,

- Título da revista,
- Ano de publicação,
- Tipo de documento

Os registros foram salvos em formato texto, com extensão *.txt e migrados para uma base de dados experimental denominada “BIO” - desenvolvida no Oracle Business Intelligence pelo Laboratório de Estudos Métricos de Informação (LEMI) da Universidade Carlos III de Madrid. – por onde passaram por tratamento bibliométrico, gerando listas e matrizes da atividade científica ibero-americana em bioprospecção.

Antes do processo de mineração dos dados, os mesmos sofreram normalização dos campos, com destaque para o campo de dados institucionais onde, além da normalização do nome da instituição, foi acrescentada a tipologia institucional. A seguir são apresentados os resultados obtidos através do tratamento bibliométrico nos documentos recuperados, divididos de maneira temática.

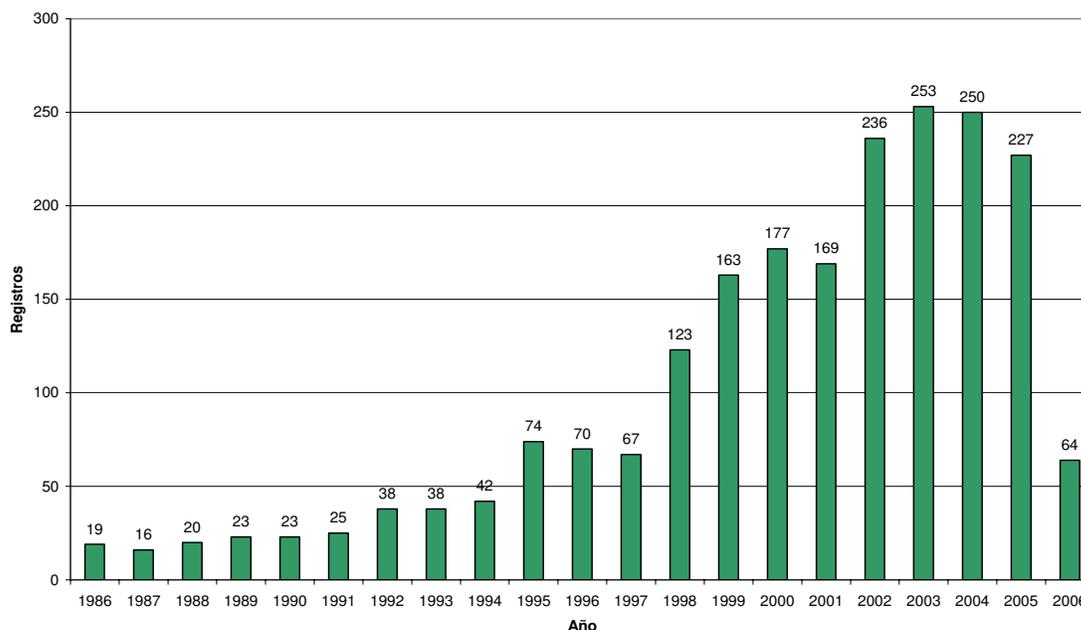
4. Atividade científica em bioprospecção por ano

Como primeiro parâmetro de análise, podemos observar no gráfico 1 a atividade científica ibero-americana distribuída por anos, notando-se que, apesar de algumas variações, ela aumentou gradualmente de maneira estável até o ano de 1998 quando se observou um incremento maior da atividade anual - passa-se de 67 registros em 1997, para 123 em 1998, chegando à cifra de 253 em 2003. Uma agregação dos dados de 4 em 4 anos revela que no período 1998-2001, produziram-se, em média, 158 artigos por ano, ao passo que no período 2002-2005 essa produção corresponde a 240 artigos por ano em bioprospecção.

Tal incremento da atividade científica em bioprospecção coincide com a tendência mundial de valorização do tema, que atualmente se encontra em diversos fóruns de

discussão em âmbito internacional, com participação ativa de países ibero-americanos (com destaque para os megadiversos) no estabelecimento de políticas e regulação da área.

Gráfico 1 – Atividade Científica Ibero-americana em Bioprospecção discriminada por ano



5. Atividade por país e instituição

No gráfico 2, ao observar os valores correspondentes às publicações de cada país ibero-americano pode-se ver que a atividade científica em bioprospecção está concentrada na Espanha e no Brasil e, em uma escala menor, no México, Argentina e Portugal. De fato, Espanha e Brasil juntos são responsáveis por cerca de 60% das publicações produzidas nos 20 anos analisados.

A mesma concentração pode ser observada no gráfico 3, que expõe uma lista contendo as 20 instituições que apresentaram número maior de registros indexados na base. Pode-se notar uma ligeira predominância de instituições brasileiras uma vez que, das 20 instituições que se destacam, 8 são brasileiras, 5 espanholas, 2 mexicanas, 1 argentina, 1 portuguesa, 1 costarriquenha e 1 chilena.

Gráfico 2 – Atividade Científica Ibero-americana em Bioprospecção discriminada por País.

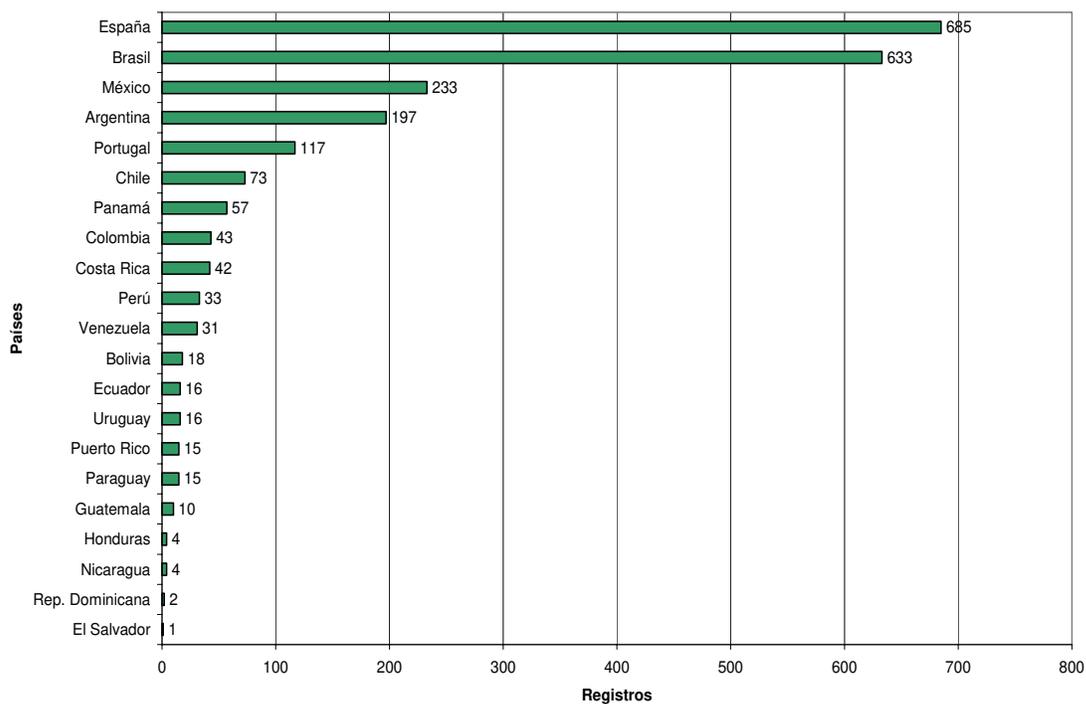
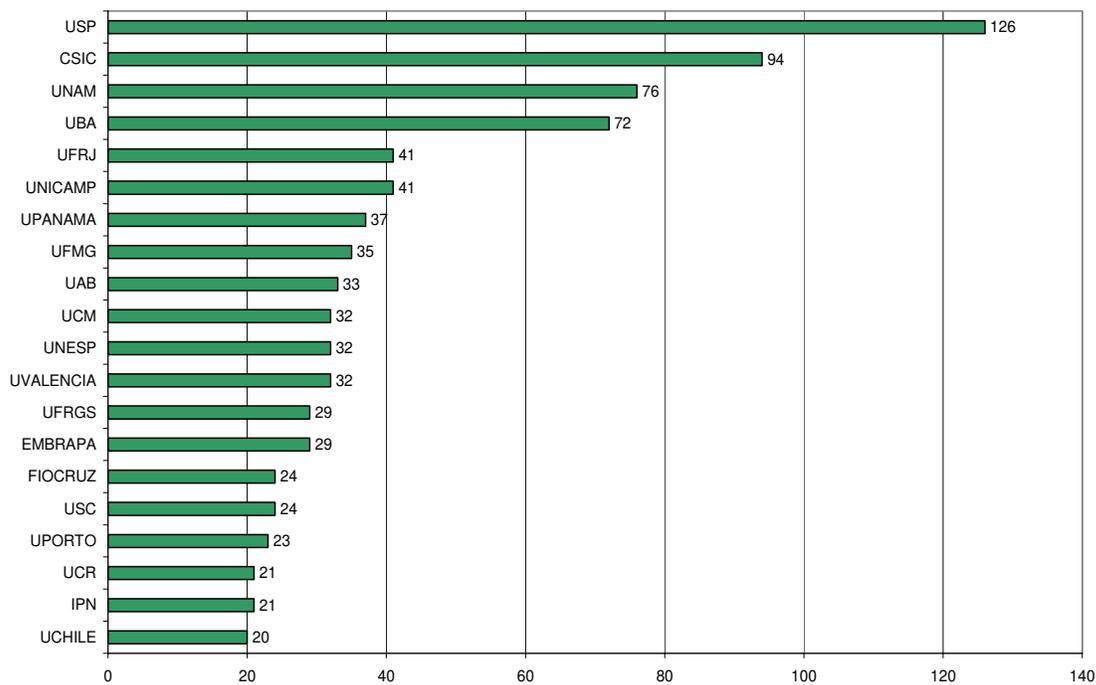


Gráfico 3 - Instituições que apresentaram um número maior de registros indexados na base, se limitando as 20 primeiras.



Vale ressaltar que em estudos anteriores sobre a atividade global em bioprospecção, que identificou, para o mesmo período, os principais países produtores de conhecimento em bioprospecção e não apenas os ibero-americanos (LIMA; VELHO e FARIA, 2007a, 2007b), encontraram-se valores mais baixos de publicação para alguns países aqui também representados. Da mesma maneira, algumas instituições que já haviam sido identificadas como de maior atividade nos artigos citados, tornam a aparecer neste caso em posição de destaque – a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Autônoma do México (UNAM) correspondem, respectivamente, à primeira e à segunda mais produtivas da América Latina. Outras instituições, entretanto, como é o caso da EMBRAPA, têm sua posição significativamente alterada neste estudo quando comparado com LIMA; VELHO e FARIA (2007a). Neste último, a EMBRAPA aparecia como a terceira instituição latino-americana que mais publicou sobre bioprospecção, ao passo que neste estudo ela está em posição de muito menor destaque.

Estas diferenças se devem às diferentes metodologias adotadas por esse e pelos outros estudos. Este, como mencionado acima, analisou todos os tipos de documentos indexados no SCI, não somente artigos. Tal fato nos revela que uma parcela relativamente pequena, porém considerável da atividade científica na área, está em outros canais de comunicação científica, que não os *papers*. Mais que isso, essas diferenças revelam que é fundamental saber como os dados foram produzidos, isto é, que técnicas foram usadas para delimitar a área de estudo, que tipos de publicações foram considerados antes que se possa fazer comparações válidas entre a atividade científica de instituições e de países.

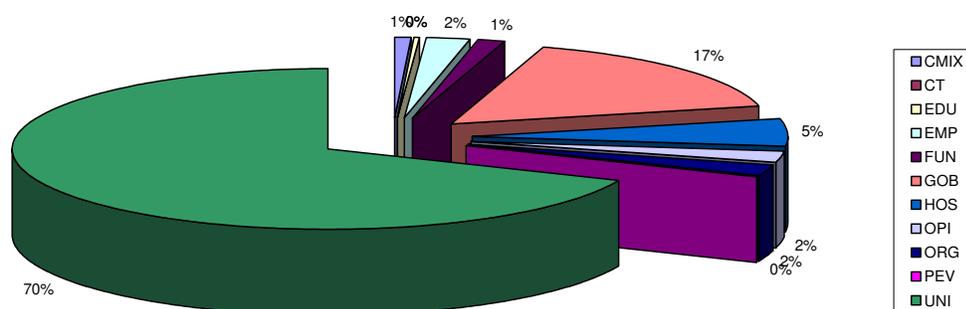
6. Atividade por tipologia institucional

O gráfico 4 expõe a tipologia institucional da atividade científica ibero-americana, permitindo que se identifique a qual tipo de instituição pertencem os autores dos registros.

Pode-se observar que a maioria dos registros provém de instituições universitárias - 70% dos publicações- seguida por 17 % de publicações originadas de agências ou instituições governamentais e apenas cerca de 2% são produzidas por empresas. Este resultado já era esperado, pois o SCI é uma fonte de disseminação de informação do meio

acadêmico e poucas são as atividades bioprospectivas de empresas que se tornam documentos acadêmicos ou de disseminação. Um dado interessante são os 5% apresentados por instituições hospitalares - apesar do possível vínculo com instituições de pesquisa, o dado revela um interesse de instituições que têm funções mais aplicadas na área de bioprospecção.

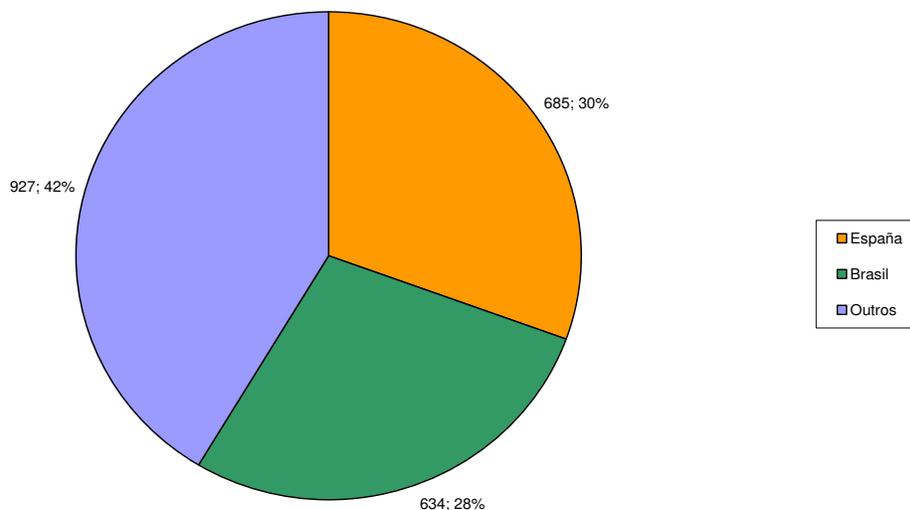
Gráfico 4 – Tipologia Institucional: Ibero-América



7. Atividade por país - Brasil e Espanha

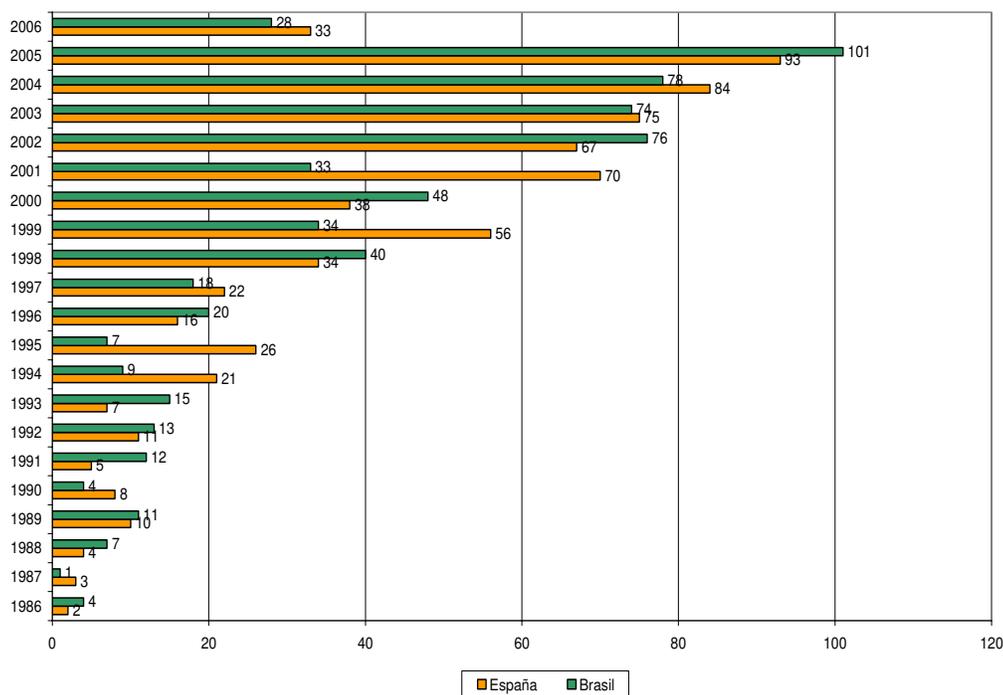
Como verificamos nos gráficos anteriores, Brasil e Espanha estão em destaque na atividade científica de bioprospecção, Conforme o gráfico 5, respondem por quase 60% da atividade científica no período estudado - Espanha com 30% e Brasil com 28%.

Gráfico 5 – Atividade Científica em Bioprospecção: Destaque para a atividade brasileira e espanhola.



O gráfico 6 nos apresenta a atividade científica destes dois países discriminada por ano e, como podemos observar, seguem o mesmo padrão da atividade científica exposta no gráfico 1, mesmo porque são responsáveis por mais da metade da mesma. Notamos que, salvo alguns períodos, a Espanha sempre esteve à frente em número de publicações, mas seguida de perto pelo Brasil, em especial nos últimos anos. De fato, em 2005 a atividade brasileira em bioprospecção já ultrapassa a espanhola e, se esse padrão se mantiver, o Brasil deverá se consolidar como o país ibero-americano que mais contribui para a produção científica nesta área.

Gráfico 6 - Discriminação anual da atividade científica brasileira e espanhola em bioprospecção.



8. Considerações

Se compararmos a atividade científica ibero-americana com a atividade global em bioprospecção (LIMA; VELHO e FARIA, 2007a), observamos um ritmo de crescimento um pouco mais escalonado que a tendência mundial, que cresceu com variação menor, mas refletindo de igual modo o crescente interesse pelo tema desde a última década.

A despeito do grande interesse público e o cômputo de 7 países megadiversos nesta região geopolítica, nota-se que a atividade científica ibero-americana em bioprospecção se encontra bastante concentrada em Brasil e Espanha.

A concentração da atividade entre estes dois países expõe, de certo modo, a fragilidade acadêmica dos países latino-americanos que, apesar de contar com grande biodiversidade, não possuem meios técnico-científicos para explorarem estes recursos.

Brasil e Espanha contam com uma importante rede de instituições de pesquisa científica, em especial as universitárias, que respondem por 70 % da produção de documentos, segundo o gráfico 4. A existência de órgãos e institutos de pesquisa como a Universidade de São Paulo (Brasil) e o *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (Espanha), é o fator plausível de tal concentração e não, necessariamente, a existência de políticas de fomento - apesar da existência de iniciativas governamentais por parte de Brasil, México e Colômbia.

Os resultados expostos neste estudo visam induzir à reflexão os países ibero-americanos, levando-os a discutir a necessidade de políticas claras, eficientes e sustentáveis no âmbito da bioprospecção, incluindo a administração de sua própria biodiversidade. Países como o Brasil, Espanha, e México, contribuintes expressivos da área, têm condições de colaborar com as demais nações ibero-americanas biodiversas para suprirem seu déficit de conhecimento.

Apesar da legitimidade das afirmações dessas considerações, convém mencionar que, como afirma Bellavista et al (1997), as análises bibliométricas são estudos cuja metodologia é segura para diagnosticar o estado de saúde de um sistema de investigação, mas é conveniente combinar esta metodologia com outros tipos de análises, como as de caráter econômico, sociológico e de política científica, sendo capcioso extrair conclusões sobre o comportamento da área estudada simplesmente com base nos resultados quantitativos, pois existem muitos fatores envolvidos que não são refletidos nesse tipo de estudo.

Referências

ARENCIABIA JORGE, R.; ARAUJO RUIZ, J. La producción científica cubana en la bibliografía española de ciencia y tecnología 1995-2001. **Revista Española de Documentación Científica**, Madrid, n. 27, v. 4, 2004.

ARTUSO, A. Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. **World Development**, v. 30, n. 8, 2002.

BELLAVISTA, J.; GUARDIOLA, E.; MÉNDEZ, A.; BORDONS GANGAS, M. Evaluación de la investigación. **Cuadernos Metodológicos**, Madrid, n. 23, 1997.

BORDONS GANGAS, M.; ZULUELA, M. A. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. **Revista Española de Cardiología**, v. 52, 1999.

FERNANDEZ, M.T.; MORILLO, F.; BORDONS, M.; GOMEZ, I. Estudio Bibliométrico de um área científicotecnológica del plan nacional de investigación de España (2000-2003). **Revista Española de Documentación Científica**, Madrid, n. 25, v. 4, 2002.

FERREIRO, L. A. **Bibliometría: Análisis bivariante**. Madrid: Espasa, 1993.

LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. Delimitação de uma área multidisciplinar para análise bibliométrica de produção científica: O caso da bioprospeção. **Revista Transinformação**, Campinas, v. 19, n. 2, 2007a.

LIMA, R. A.; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. Indicadores bibliométricos de cooperação científica internacional em bioprospeção. **Perspectiva em ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, 2007b.

LÓPEZ PIÑERO, J. M.; TERRADA, M.L. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad medico-científica: La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias médicas. **Medicina Clínica**, Barcelona, v. 98, n. 3, 1992.

SANCHO, R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. **Revista Española de Documentación Científica**, v. 13, n. 3-4, 1999.

SANZ CASADO, E.; MARTÍN MORENO, C. Técnicas bibliométricas aplicadas a los estudios de usuarios. **Revista General de Información y Documentación**, v. 7, n. 2, 1997.

SPINAK, E. Scientometric indicators. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 143, maio/ago. 1998.

CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou, através de indicadores de publicação científica, as principais regularidades presentes na área de pesquisa em bioprospecção.

Nesta seção são identificados os principais resultados encontrados – apresentados previamente nos capítulos anteriores – e são registradas as considerações finais, principais limitações da temática e sugestões para o desenvolvimento de novos estudos.

5.1 Modelos de recuperação dos dados

A proposta de um modelo metodológico, visando delimitar um campo multidisciplinar inserido em uma base de dados, vem ao encontro da necessidade crescente de se recuperar dados de áreas compostas por diferentes disciplinas. Isto porque a ciência está se tornando cada vez mais transdisciplinar, proliferando as atividades que envolvem o conhecimento de diferentes áreas. Neste sentido, torna-se premente que pesquisadores das áreas de estudos métricos da informação e também aqueles de política científica e tecnológica, desenvolvam instrumentos para tratamento e análises destas áreas.

Tendo em vista esta necessidade o presente estudo teve como objetivo, além de identificar as principais regularidades da área de bioprospecção, mapear as etapas presentes na delimitação temática da área na base de dados SCI.

Sendo a bioprospecção um campo emergente no meio científico e que ainda não está totalmente consolidado terminologicamente e, portanto, sem um tesouro específico, recorreu-se ao processo de delimitação, aos instrumentos bibliométricos e recursos do sistema de informação científica - análise bibliométrica de termos e os recursos da base

Science Citation Index. O conhecimento sobre os recursos do sistema de informação bibliográfico escolhido assim como sobre como a área de conhecimento se encontrava estruturada no mesmo foi essencial para o desenvolvimento da estratégia adequada - mineração do termo até a obtenção dos descritores mais representativos e a combinação de estratégias de busca.

A estratégia desenvolvida neste estudo, em razão das particularidades de cada área do conhecimento e das fontes de informação utilizadas, muitas vezes não a tornará passível de replicação em outros contextos. Apesar de se restringir especificamente a uma área de atividade particular, a experiência relatada nesse estudo é uma importante contribuição como estudo de caso a futuras pesquisas que pretendam uma abordagem similar à deste trabalho.

5.2 Atividades Científicas

5.2.1 Atividade Científica Global

A dissertação trabalhou com a ciência internacional representada pelos documentos publicados em periódicos indexados pela *Thompson Scientific*, caracterizando, com técnicas bibliométricas, vários aspectos da atividade científica na área de bioprospecção no período de 1986-2006.

Por intermédio dos indicadores de atividade científica por ano de publicação - analisados no capítulo 2 - observamos que o ritmo de crescimento dos artigos durante o período estudado, em valores absolutos, cresceu regularmente e de modo acelerado, saindo de 618 artigos, em 1986, para 1655 em 2005. Tal crescimento pode refletir o destaque que a área vem ganhando nos últimos anos no meio científico e político, bem como possíveis alterações na cobertura do SCI que provavelmente incorporou novos periódicos no período analisado.

Através da classificação de periódicos do *Science Citation Index* foi possível verificar que tal crescimento se deu principalmente nas áreas de ciências biológicas, agrárias e da vida, que estão classificadas pelo *Science Citation Index* como *Plant & Animal Science*, *Clinical Medicine*, *Agricultural Science*, *Environment/Ecology*, *Biology & Biochemistry*, *Pharmacology & Toxicology*, *Microbiology*, *Chemistry*, *Molecular Biology & Genetics*, entre outras. Partindo do conceito de bioprospecção como a exploração da diversidade biológica, buscando identificar recursos genéticos e bioquímicos para a obtenção de novos produtos e processos com valor comercial, não é de se surpreender a predominância dessas áreas, uma vez estas ocupam papel chave na descoberta, identificação e transformação de recursos biológicos.

O quadro 5 do capítulo 2, nos apresenta a lista dos periódicos que contaram com maior número de artigos indexados na área e, se completarmos o quadro com o fator de impacto³ de cada periódico, podemos notar que a maioria conta com fator acima de 1,0.

Apesar do fator de impacto ser um instrumento relativo na avaliação de periódicos e variável em relação à área de pesquisa, consideramos sua relevância ao constatar sua ampla utilização pelos programas de avaliação da produção acadêmica de pesquisadores e instituições em todo o mundo. Está presente, também, na avaliação realizada pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior, do Ministério da Educação) por meio do *Qualis* (Sistema de Classificação de Periódicos, Anais, Revistas e Jornais) - na qual periódicos com fator de impacto acima de 1,0 são categorizadas como A - a maioria dos periódicos do quadro estão bem colocados, o que reflete de certo modo a importância e a relevância dos trabalhos publicados na área.

3 O fator de impacto foi definido pelo *Institute for Scientific Information (ISI)*, atualmente *Thomson Scientific*, nos Estados Unidos e é divulgado anualmente através do *Journal Citation Reports (ISI/JCR)*. O cálculo do fator de impacto para dois anos consiste em dividir o total de citações recebidas pela revista num determinado ano (por exemplo, 2005) a artigos publicados nos 2 anos anteriores (por exemplo, 2003 e 2004) pelo total de artigos publicados nos mesmos anos anteriores.

Os Indicadores, tanto os de publicação como os de ligação apresentados no estudo, demonstraram uma clara predominância das nações do Norte que compõem o círculo *mainstream* da atividade científica mundial, apresentando maior atividade no período pesquisado os Estados Unidos, seguido, respectivamente por Reino Unido, Alemanha, Japão, França e Canadá. Tal fato já era esperado, pois estas nações detêm o conhecimento técnico-científico e os recursos econômicos para financiar projetos de pesquisa.

5.2.2. Atividade Científica Ibero-americana

Apesar de contar com 7 dos 12 países do mundo considerados megadiversos, a região denominada Ibero-América apresenta indicadores de atividade e de ligação bastante tímidos, podendo se observar que, mesmo com as limitações impostas pela base SCI, a região se encontra debilitada em termos de geração de conhecimento técnico-científico na área. Os países que encabeçam a atividade na região são, respectivamente, Espanha, Brasil, México e Argentina. É importante destacar que Brasil e Espanha concentram juntos mais de 50 % da atividade científica da região e, acrescentando a eles a atividade de México e Argentina, se obtém 78%, expondo uma atividade científica bastante concentrada nas principais economias da região.

Nos quadros 1 e 2 do capítulo 2 observamos que os países americanos da região mantêm uma colaboração regional débil, sendo os principais parceiros da região, as nações desenvolvidas (Norte). A alta participação de países do Norte na produção científica de países em desenvolvimento pode ser fruto direto do financiamento de projetos por entidades como o ICBG, que mantém vínculos de cooperação entre os EUA e muitos países da América Latina (Peru, Chile, México, Argentina e Suriname).

Tal situação deve levar os países da região detentores de biodiversidade a refletirem sobre os possíveis caminhos de parceria regional entre os megadiversos, para que possam gerenciar com mais autonomia seus recursos, principalmente no caso de nações como o

Brasil e México que, com suas expressivas contribuições na área, têm condições de ajudar as nações biodiversas ibero-americanas a suprirem seu déficit de conhecimento.

O caso brasileiro merece destaque, porque é o único país megadiverso da região a figurar entre os grandes da produção científica na área (gráfico 1, capítulo 3) e, entre outros fatores, isso pode ser creditado à rede de instituições brasileiras exposta no gráfico 5 do capítulo 2. Os resultados do estudo bibliométrico também revelaram vínculos estreitos de colaboração internacional, sendo ela responsável por uma fatia considerável da produção científica brasileira.

5.3. Conclusões

A proposta de “avaliar” uma área científica é sempre um desafio e uma incógnita, pois muitas vezes os resultados encontrados não refletem o esperado. A utilização, como instrumento de análise, dos métodos quantitativos de tratamento da informação científica, aplicados a uma área relativamente nova e em consolidação mostra-se, muitas vezes, arriscada, considerando-se que existem muitos fatores envolvidos que não são refletidos nesse tipo de estudo. Todavia, os resultados produzidos permitem algumas conclusões:

- Em números absolutos, a atividade científica em bioprospecção na região tem crescido de maneira rápida, saltando de números modestos para significativos, revelando um aumento da atividade acadêmica na área. Mas, para uma análise mais precisa, seria necessário verificar se tal aumento está atrelado à importância estratégica da área ou participa de um incremento global a que todas as áreas científicas têm sido submetidas através da expansão do SCI.

- Apesar de incidir sobre os periódicos e não sobre os registros diretamente, as classificações dadas pelo SCI nos permitiram traçar um “mapa” das principais disciplinas

que contribuíram para as atividades de pesquisa em bioprospecção, todas elas relacionadas às áreas Biológicas, Químico-Farmacêutica, Agrárias e da Vida.

- Entre as instituições de pesquisa que apresentaram maior atividade científica merecem destaque as norte-americanas que encabeçam a lista e estão representadas por 15 instituições. Das instituições ibero-americanas se destacam a USP e o CSIC, que encabeçam a lista da região e são as únicas instituições a figurar entre as que apresentaram maior atividade mundial.

- Entre as instituições Latino-americanas o Brasil merece destaque, uma vez que responde por 13 entre 20 instituições, sendo, juntamente com Espanha, responsável por mais de 50% da atividade de pesquisa em bioprospecção na ibero-américa (América Latina + Espanha e Portugal).

- A atividade de cooperação científica global se mostrou concentrada entre os países centrais, refletindo as afinidades culturais e econômicas e o viés centralizador do SCI, enquanto a cooperação regional latino-americana exposta se mostra débil, refletindo a necessidade da geração de políticas científicas que visem integrar a região.

- O recorte na atividade e cooperação científica brasileira refletiu a concentração da atividade de pesquisa no centro-sul, sugerindo a necessidade de mudanças nas políticas adotadas para distribuição dos recursos de pesquisa. Aponta também a necessidade de políticas que visem integrar, em nível nacional, as instituições científicas na área, sobretudo as da região Norte.

- A atividade ibero-americana, identificada a partir de recorte e método de tratamento bibliométrico distinto aos expostos nos primeiros dois artigos, revela o caráter cefálico da região, com atividade científica extremamente concentrada. Ao mesmo tempo demonstrou que um número pequeno, porém significativo, da atividade científica indexada no SCI está refletida em outros canais de publicação que não os *papers*.

Pôde-se observar que a área de bioprospecção desponta atualmente como uma promissora área de pesquisa multidisciplinar lançando mão do conhecimento estruturado em diferentes áreas de conhecimento. E, apesar dos indicadores tímidos da colaboração científica, a colaboração como um todo tem emergido como uma modalidade essencial à ciência moderna e irá expandir-se principalmente em áreas multidisciplinares como a bioprospecção.

5.3.1. Limites da Pesquisa

Com a construção de cenários da área de bioprospecção através de indicadores bibliométricos de publicação e de ligação, procuramos, além de mapear a área, encontrar os fatores que influenciaram o quadro diagnosticado - o que nem sempre foi possível, tendo em vista que se trabalhou apenas com dados quantitativos. Isto porque a bibliometria aplicada à análise da produção científica tem seus limites (como outras metodologias), o que não a desabona. O importante é reconhecer quais são esses limites para que a metodologia seja usada de forma correta na geração de informações confiáveis e úteis para posterior análise. É indubitável que outras metodologias - como a análise por pares, a análise de redes sociais e a análise de conteúdo - quando empregadas conjuntamente, podem acrescentar informações preciosas para uma montagem de um quadro mais completo sobre a dinâmica de produção científica.

No entanto, o enfoque bibliométrico desta dissertação é de particular importância posto que, segundo o Conacyt (1997), é uma das formas mais usadas para medir a atividade e o impacto do setor de C&T de qualquer país, revelando-se útil na caracterização da atividade científica em bioprospecção, distinguindo seus atores, relações e tendências.

Almeja-se que o estudo apresentado seja de utilidade para os pesquisadores da área e gestores da política científica. Isso porque acredita-se que o estudo ilumina a estrutura da

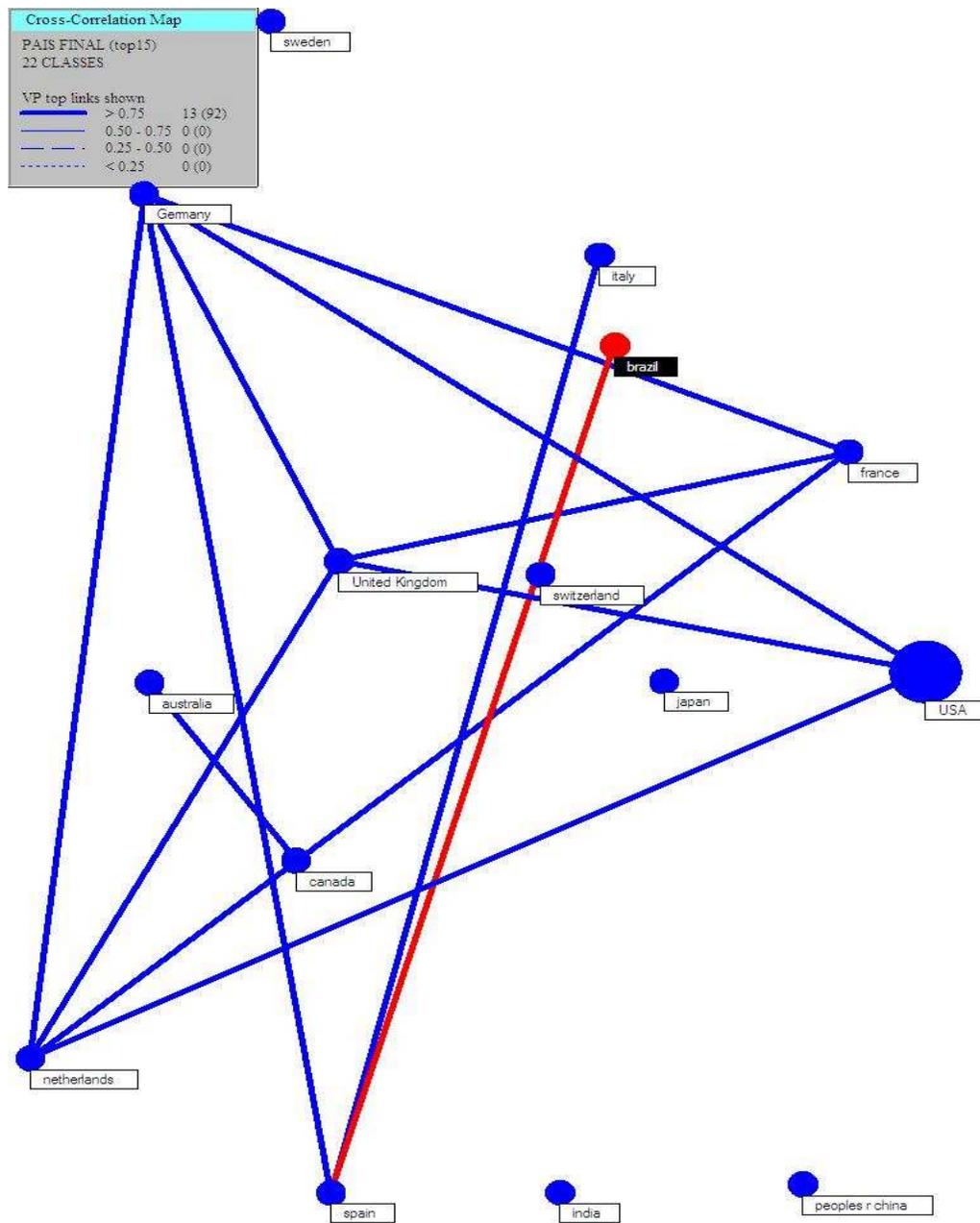
produção científica e a sua evolução no campo da bioprospecção ao largo de 20 anos, além de proporcionar um estudo de caso na recuperação de dados de uma área multidisciplinar.

5.3.2. Sugestão para estudo futuro

Após a finalização dos objetivos propostos, o presente estudo motivou questionamentos a respeito da atividade científica brasileira e espanhola, sobretudo com relação às afinidades de pesquisa. O Gráfico 1 - que não foi incluído nos capítulos anteriores por usar a correlação e não a co-autoria - demonstra que durante o período analisado, Espanha e Brasil publicaram em áreas temáticas semelhantes, denotando interesses comuns na pesquisa em bioprospecção.

Assim, legitima-se a relevância da realização de estudos qualitativos abrangendo a comunidade científica brasileira e espanhola na área de bioprospecção. Além da análise de dados quantitativos dos grupos, podem ser realizadas - através da aplicação de entrevistas semi-estruturadas - coletas de dados qualitativos para complementar e esclarecer as informações oriundas dos indicadores bibliométricos.

Gráfico 1 – Correlação Temática (Destaque Brasil - Espanha)



REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. Amazônia fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias estratégicas**, Brasília, n. 12, set. 2001.

ARTUSO, A. Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. **World Development**, v. 30, n. 8, 2002.

ASSAD, A. L. D; SAMPAIO, M. J. A. **Acesso à biodiversidade e repartição de benefícios**. 2005. Relatório de Pesquisa (DPCT- IGE) – Universidade Estadual de Campinas.

BELLAVISTA, J.; GUARDIOLA, E.; MÉNDEZ, A.; BORDONS GANGAS, M. Evaluación de la investigación. **Cuadernos Metodológicos**, Madrid, n. 23, 1997.

BOISVERT, V.; CARON, A. The Convention on Biological Diversity: An Institutional Perspective of the Debates. **Journal of Economic Issues**, v. 36, n. 1, mar. 2002.

BORDONS GANGAS, M.; GÓMEZ CARIDAD, I. La actividad científica española a través de indicadores bibliométricos en el período 1990-1993. **Revista General de Información y Documentación**, v. 7, n. 2, 1997.

CENDON, B. V. Bases de dados de informação para negócios. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, mai/ago. 2002.

CONACYT. **Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas: México**. Ciudad de México: CONACYT, 1997.

CRONIN, B.; MCKIM, G. Science and scholarship on the World Wide Web: a North American perspective. **Journal of Documentation**, v. 52, v. 2, 1996.

DAVYT, A; VELHO, L. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e presente. Como será o futuro? **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, mar./jun. 2000.

FARIA, L. I. L. **Prospecção tecnológica em materiais: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico. Aplicação na análise de tratamentos de superfície**

resistentes ao desgaste. 2001. 180f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

FERREIRO, L. A. **Bibliometría: Análisis bivariante.** Madrid: Espasa, 1993.

GLÄNZEL, W. **A concise introduction to bibliometrics & its history.** Steunpunt O&O Statistieken, 2002. Disponível em: <<http://www.steunpuntoos.be/bibliometrics.html>> Acesso em: 03 de abr. 2007.

GURGEL, V. A. Proposta de criação da agência nacional sobre diversidade biológica – ANDB. In: 8º CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 2004. Disponível em: <<http://www.museugoeldi.br/institucional/Criacao%20da%20Agencia%20da%20Biodiversidade.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is Research Collaboration? **Research Policy**, v. 26, 1997.

LANCASTER, F. W. **Indexação e resumos: teoria e prática.** Brasília: Briquet de Lemos, 1993.

LOPES, I. L. Estratégia de busca na recuperação da informação: revisão da literatura. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, mai/ago. 2002.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cientometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v.27, n.2, mai/ago. 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre Diversidade Biológica.** Brasília: MMA, 2000.

MORAVCSIK, M. J. (1989). ¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos? **Revista Española de Documentación Científica.** Madrid, v. 12, n. 8, 1989.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples.** Paris: OCDE, 1997.

PAVARONI, M. F. **Prospecção da Diversidade Biológica: Perspectivas para o Caso Brasileiro**.2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PEREIRA, M. N. F. et al. Bases de dados na economia do conhecimento: a questão da qualidade. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 28, n. 2, mai/ago. 1999.

QUONIAM, L. et al. Inteligência obtida pela aplicação de data mining em base de teses francesas sobre o Brasil. **Ciência da Informação**, Brasília, v.30, n.2, p.20-28, maio/ago. 2001

RINIA, E. J. et. al. Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria: evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. **Research Policy**, Amsterdã, v.27, n. 1, p. 95-107, maio 1998.

SAYÃO, L. F. Bases de Dados: a metáfora da memória científica. **Ciência da Informação**, v. 25, n.3, 1996.

SPINAK, E. Scientometric indicators. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 143, maio/ago. 1998.

THOMSON. **Web of Science 7.0**. Philadelphia : Thomson Corporation, c2004. Disponível em: <http://thomsonscientific.com/media/scpdf/wos7-workshop_po.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2006.

SANCHO, R. Medición de las actividades de ciencia y tecnología: estadísticas e indicadores empleados. **Revista Española de Documentación Científica**, Madrid, v. 24, n. 4, 2001.

SANZ CASADO, E. **Proyecto docente para la provisión de una plaza de catedrático de universidad sobre bibliometría**. 2000. - Universidad Carlos III.

STREHI, L.; SANTOS, C. A. Indicadores de qualidade da atividade científica. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 186, p. 35, set. 2002.

TRIGUEIRO, M. G. S. **Bioprospecção, uma nova fronteira da sociedade**. 2006. Relatório de Pesquisa (DPCT- IGE) – Universidade Estadual de Campinas.

URBIZAGASTEGUI ALVARADO, R.; OLIVEIRA, M. A produtividade dos autores na Antropologia brasileira. **Data Grama Zero**, Rio de Janeiro, v.2, n. 6, dez. 2001.

VELHO, L. **Cuidado com os rankings científicos.** Disponível em: <<http://www.prometeu.com.br/bb-lea.asp>>. Acesso em: 19 mai. 2007.

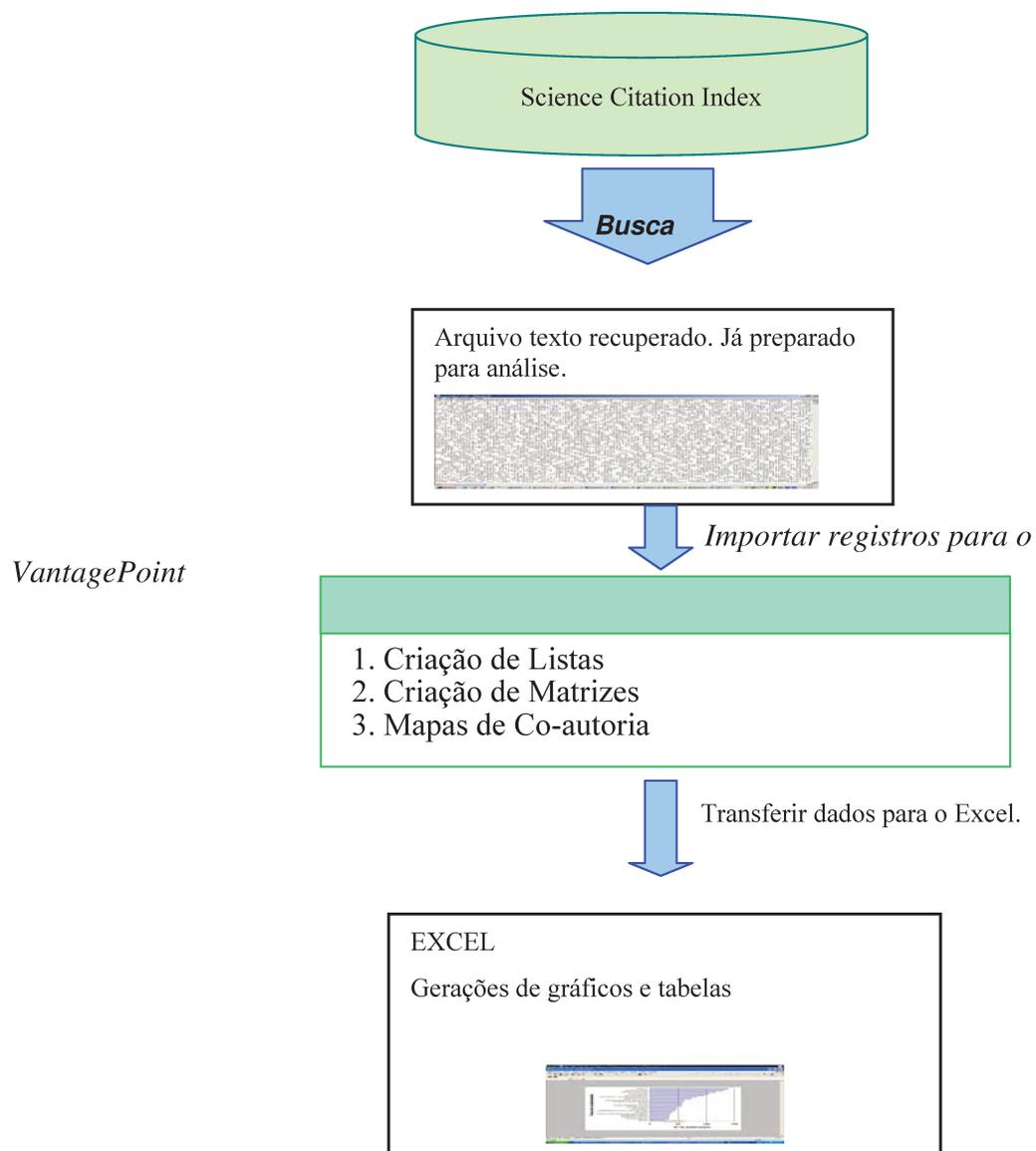
APÊNDICE METODOLÓGICO

Esta seção tem como objetivo descrever detalhadamente os procedimentos de tratamento dados de bioprospecção via o Software VantagePoint.

1. Procedimentos de Tratamento dos Dados

Na figura abaixo, encontra-se o esquema através do qual podemos observar os procedimentos de recuperação e tratamento dos dados. Foi realizada uma busca na base de dados *Science Citation Index* no período 1986-2006, usando a expressão de busca combinada elaborada previamente, que resultou na recuperação de 20,439 artigos.

Figura 1 – Síntese do procedimento utilizado no estudo



Os registros recuperados foram importados para o software VantagePoint que gerou listas/rankings, matrizes de co-ocorrências e mapas de co-autoria. As listas e matrizes foram transferidas para o Excel, onde foram geradas representações gráficas para os indicadores.

3.1 Procedimentos Detalhados

A busca realizada no *Science Citation Index* apresentou algumas dificuldades ao tentarmos identificar a qual instituição pertencia a publicação recuperada. Esses problemas ocorreram devido a erros cometidos durante a indexação dos artigos e a ocorrência de diversos nomes para designar uma mesma instituição.

Os campos país e instituição foram os mais prejudicados, uma vez que em alguns casos ocorreu a transcrição de maneira diferente do nome de uma mesma instituição ou faltava informação no campo país. Um exemplo são os registros dos Estados Unidos, onde muitas vezes foi indexado apenas o código postal dos estados americanos.

Foi necessária uma padronização prévia desses dois campos, unindo os territórios ultramarinos às suas matrizes e procedendo à uniformização de nomes de instituições, como o caso da USP, que também era registrado pelas unidades e outras abreviações.

Os dados recuperados do *Science Citation Index* via *Web of Science* foram salvos em formato (*.txt).

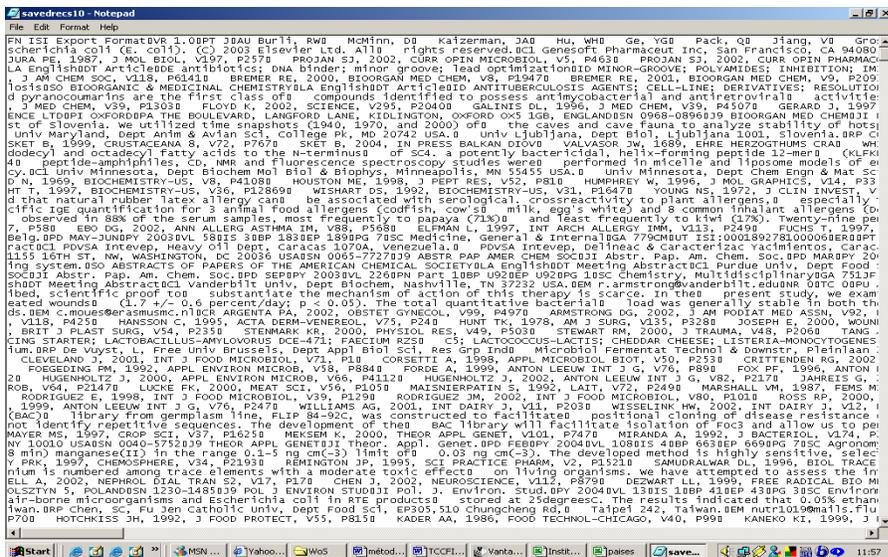


Figura 2 - Documento Texto salvo do SCI.

Através desse documento texto o VantagePoint pôde trabalhar com cada um dos campos, listando e agrupando as informações contidas nos registros, como podemos observar na figura abaixo.

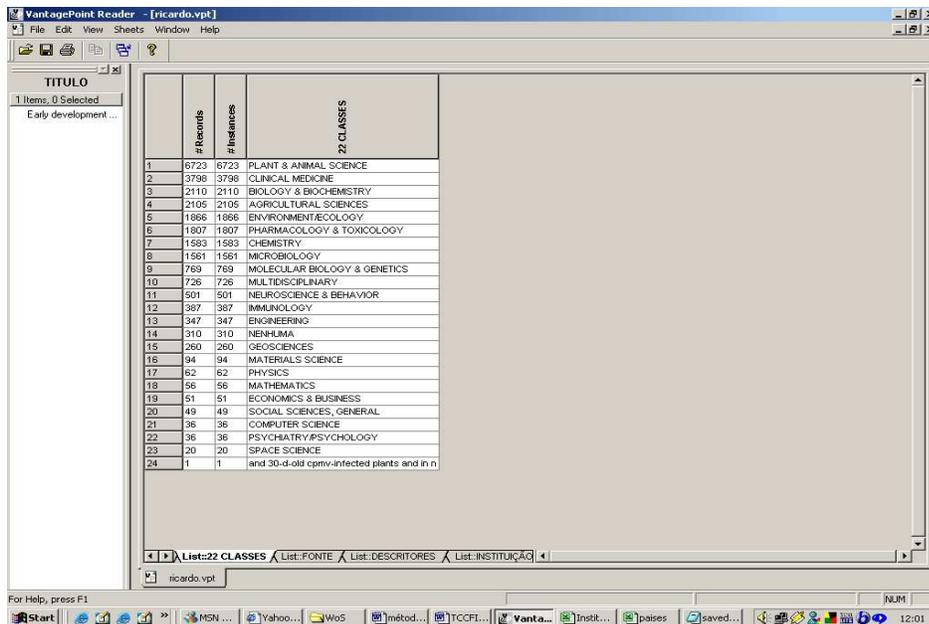


Figura 3 - Registros trabalhados no VantagePoint

Foram criadas com os dados dos registros listas, matrizes e mapas utilizando os campos: autor, entidade, descritores, ano, classificação, cidade e país.

As listas geradas no VantagePoint foram salvas em formato compatível com o Excel, e com as listas no Excel foram gerados gráficos que possibilitam uma melhor apresentação dos dados para análise.

3.2. Softwares e Equipamentos

Para a execução deste estudo, alguns softwares foram utilizados no tratamento dos registros recuperados do *Science Citation Index*. São eles:

VantagePoint: Como já mencionado, software para tratamento bibliométrico. O software VantagePoint foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Technology Policy and Assessment Center do Georgia Institute of Technology - Estados Unidos. Ele faz a transformação de dados textuais em dados numéricos por meio de análise bibliométrica, apresenta uma interface amigável e consegue trabalhar com um grande volume de dados.

Word e Excel: são ferramentas produzidas pela Microsoft que possibilitam uma acomodação e apresentação dos dados.

Para a recuperação, preparação e análise bibliométrica dos dados provenientes do Science Citation Index, foi utilizado um microcomputador PC com processador Intel Pentium IV e acesso ao portal periódicos da CAPES via rede de fibra ótica da UNICAMP.