

**PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOS PESQUISADORES BRASILEIROS QUE
DEPOSITARAM PATENTES NA ÁREA DA BIOTECNOLOGIA, NO PERÍODO DE
2001 A 2005: colaboração interinstitucional e interpessoal**
*SCIENTIFIC PRODUCTION OF BRAZILIAN RESEARCHERS WHO FILED PATENTS IN
THE AREA OF BIOTECHNOLOGY FROM 2001 TO 2005: institutional and interpersonal
collaboration*

Ana Maria Mielniczuk de Moura
Professora da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS.
ana.moura@ufrgs.br

Sonia Elisa Caregnato
Professora da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS.
sonia.caregnato@ufrgs.br

Resumo

Analizamos a produção científica dos pesquisadores que depositaram patentes na área da Biotecnologia, no período compreendido entre 2001 e 2005. A partir de um enfoque cientométrico, objetivamos revelar a colaboração interinstitucional e interpessoal existente. O *corpus* constitui-se em 2.584 artigos coletados na *WebofScience*. Utilizou-se a metodologia de Análise de Redes Sociais e MDS para observar a formação de *clusters* entre autores e instituições. Os resultados indicam que a maioria dos artigos possui até três instituições relacionadas no Campo C1, pois 88,7% dos casos apresentam-se desta forma. Observou-se que a produção científica está concentrada em algumas poucas instituições, liderada pelas universidades públicas (federais e estaduais) e instituições de pesquisa de renome. Entre as universidades, as mais produtivas são a USP, a UNICAMP, a UNESP e a UFRJ; e entre as instituições de pesquisa, tiveram destaque a FIOCRUZ, o INSTITUTO BUTANTAN e a EMBRAPA. Algumas instituições apresentam um padrão regional de colaboração, pois apresentam interação somente com outras instituições mais próximas geograficamente, formando *clusters* com motivação regional. Os autores mais produtivos não se encontram nas primeiras posições no *ranking* por grau de centralidade, significando que a centralidade não está relacionada diretamente à produtividade. Observou-se que a colaboração interpessoal se fortalece após a parceria formada pelo vínculo criado na pós-graduação, pois muitas parcerias foram formadas deste modo, apresentando produção significativa entre orientadores e orientandos.

Palavras-chave: Cientometria. Colaboração interpessoal. Colaboração institucional.



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
DOI 10.5007/1518-2924.2010v15n29p84

1 INTRODUÇÃO

Como mostram as áreas das Ciências da Informação e da Cientometria, os aspectos da colaboração podem ser estudados através da coautoria, nas diversas áreas do conhecimento. Especificamente na área da Biotecnologia, a colaboração é muito presente, e esta constatação é feita por Katz e Martin (1997), ao afirmarem que é reconhecido que os avanços em determinadas áreas de pesquisa básica são cruciais para o desenvolvimento de tecnologias genéricas novas, como a de Biotecnologia e a de materiais novos. Tais pesquisas envolvem, frequentemente, a colaboração não somente entre disciplinas, mas também entre setores, por exemplo, entre universidades e indústrias. Assim, justifica-se aprofundar os estudos de colaboração aplicados a esta área, que se encontra em pleno desenvolvimento.

Em relação à autoria em artigos científicos, o crédito tem-se configurado em prestígio, em promoção, em obtenção de financiamento e visibilidade para o cientista. No entanto, vários problemas ocorrem nesta área, como a ciência “salame” – fracionamento do conhecimento gerado em diferentes artigos –, inflação da coautoria, diluição da responsabilidade da autoria, a autoria de “presente” e a exclusão dos autores.

Este trabalho visa analisar as características da produção científica dos pesquisadores da área da Biotecnologia, de forma a identificar os seguintes parâmetros: de que países são oriundos os coautores dos pesquisadores brasileiros? A quais instituições (tipos e nomes) os pesquisadores desta área estão vinculados? Como ocorre a colaboração entre as instituições de vínculo destes pesquisadores e entre os pesquisadores? Há a formação de *clusters*, identificados através das técnicas de MDS e Redes Sociais? Quais as instituições mais produtivas na área da Biotecnologia?

Este artigo é parte da tese de doutorado, intitulada “A Interação entre Artigos e Patentes: um estudo cientométrico da comunicação científica e tecnológica em Biotecnologia”, defendida no Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação – PPGCOM/UFRGS.

Utilizou-se uma abordagem quantitativa a partir de uma perspectiva cientométrica. Entre os métodos, foram utilizados métodos estatísticos aliados à Análise de Redes Sociais – ARS, que deram subsídio para entender os relacionamentos entre entidades (artigos) e sujeitos (autores ou coativos, aqueles pesquisadores que possuem artigos e patentes).

Os sujeitos deste estudo constituem-se dos pesquisadores brasileiros que possuem tanto pedidos de patentes como artigos publicados na área de Biotecnologia. A amostra foi formada por aqueles que possuem pelo menos um pedido de patente depositado na Base de Patentes do

INPI e um artigo indexado na base *WebofScience*. As entidades analisadas neste estudo são os artigos de periódicos. O período selecionado para a análise das publicações compreende os anos de 2001 a 2005. A produção científica dos sujeitos foi recuperada e identificada no SCI da *WebofScience*. A coleta iniciou-se em janeiro de 2008 e foi concluída no final de fevereiro de 2008. O total de artigos coletados foi de 4.288, e, após a supressão dos registros duplicados, este número foi reduzido para 2.584.

Os nomes de instituições e dos autores foram normalizados. Para esta normalização, utilizou-se de consultas a fontes como *Lattes*, páginas das instituições e consulta ao texto completo dos artigos.

2 RESULTADOS

A análise geral apresenta a produção científica por ano de publicação e países onde os mesmos foram publicados. A produtividade desse grupo mostra-se equilibrada e com constante crescimento. Observou-se um total de 455 artigos em 2001, 461 em 2002, 505 em 2003, 575 em 2004 e 588 em 2005. Na Tabela 1, apresentam-se os países que colaboram com o Brasil, identificados no campo de endereço no ISI; representando as ocorrências de colaborações desses países com o Brasil, sendo que não foram deletados os registros duplicados, pois o interesse é verificar a colaboração, e não a produção. O Brasil recebe a colaboração de 64 países, sendo o percentual sobre o número de ocorrências dos países nos artigos.

Países	Ocorrência	%
EUA	217	63,6
França	102	11,1
Alemanha	88	9,6
Reino Unido	74	8,0
Canadá	39	4,2
Espanha	36	3,9
Itália	35	3,8
Índia	31	3,4
Holanda	30	3,3
Argentina	29	3,2
Outros	239	26,0
Total	920	

Tabela 1: Países que colaboram com os coativos brasileiros na Biotecnologia

Fonte: Dados do autor

Os Estados Unidos aparecem como o principal colaborador do Brasil, dados que confirmam o estudo de Glänzel, Leta e Thijs (2006); a seguir vem a França, a Alemanha e o Reino Unido. Estes. Destacamos aqui, também, a Argentina, que se tornou o mais importante parceiro do Brasil na ciência entre os países da América Latina. Na opção ‘Outros’, foram reunidos os países com números pouco expressivos, totalizando 239 países, que possuem abaixo de 29 ocorrências.

O aumento de artigos com colaboração internacional pode ser explicado por diferentes fatores. Lima, Velho e Faria (2007) consideram que um destes fatores é que a participação de autores de diferentes países aumenta o impacto do artigo, se comparado àqueles que não possuem este requisito. Para Luukkonen, Persson e Silvertsen (1992), os fatores que têm influenciado a cooperação científica internacional são os econômicos, ligados ao custo do projeto de pesquisa; os cognitivos, relacionados ao acesso ao conhecimento de outros pesquisadores; e os sociais, que estão ligados às redes de relacionamentos dos pesquisadores.

Em relação às instituições de vínculo dos pesquisadores, ressalta-se que o arquivo original importado do ISI continha 1.272 entradas diferentes no campo C1 (*Address*). Após a eliminação dos registros duplicados e do processo de padronização dos dados restaram 739 instituições.

A Tabela 2 apresenta a frequência e o percentual de ocorrência das instituições que apresentam, no mínimo, participação de 1% da amostra. Salienta-se que a frequência refere-se à ocorrência da instituição no campo C1, o que significa que uma mesma instituição pode ocorrer mais de uma vez, se houver colaboração intrainstitucional. Portanto, o número total de ocorrências é 7.450, não significando o número total de artigos, que é 2.584.

Instituição	TIPO	Ocorrências	%
USP	UNIV PUB	1149	15,4
UNICAMP	UNIV PUB	703	9,4
UFRJ	UNIV PUB	675	9,1
FIOCRUZ	INST PESQ	358	4,8
UFMG	UNIV PUB	338	4,5
UNESP	UNIV PUB	206	2,8
BUTANTAN	INST PESQ	205	2,8
UFRGS	UNIV PUB	192	2,6
EMBRAPA	INST PESQ	185	2,5
UNIFESP	UNIV PUB	177	2,4
UNB	UNIV PUB	131	1,8
UFPR	UNIV PUB	101	1,4
UFSCar	UNIV PUB	89	1,2
LUDWIG	INST PESQ	78	1,1
UFPE	UNIV PUB	73	1,0

Outras	2790	
Total	7450	100,00

Tabela 2: Frequência de Ocorrências de Instituições

Fonte: Dados do autor

Constata-se que as universidades públicas (estaduais e federais) e instituições de pesquisa de renome lideram o topo das instituições que ocorrem com mais frequência no conjunto de dados investigado. Analisando-se o total de ocorrências das instituições destacadas acima (4.660 ocorrências), encontramos 3.834 ocorrências para as universidades públicas, totalizando 51,6%. Os Institutos de Pesquisa somam 826 ocorrências (11,2%) e as Universidades Privadas não pontuaram entre as que ocorrem com mais frequência.

Entre as universidades estaduais, destaca-se a USP, com 1149 ocorrências, o que representa 15,4% do total. A USP é responsável por 28% da produção científica do país, segundo dados da própria instituição. Em relação à pesquisa e pós-graduação em Biotecnologia, destacam-se a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz em Biotecnologia do Solo e o Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia – PPIB. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008). Outra universidade estadual com destaque é a UNICAMP, 2ª na lista, apresentando uma participação de 9,44% do total de ocorrências. Schwartzman (2001, 2006) argumenta que a UNICAMP foi criada com a intenção clara de tornar-se uma universidade de pesquisa moderna e um polo de incorporação de alta tecnologia, sendo parte de um projeto ambicioso de desenvolvimento econômico e tecnológico empreendido pelo governo militar nas décadas de 1960 e 1970. Salienta-se a participação das universidades federais, que ocuparam sete posições entre as quinze em destaque.

Observa-se uma alta incidência de pesquisas na área da Biotecnologia também nos renomados institutos de pesquisa, entre eles, destacam-se a FIOCRUZ e o BUTANTAN. Outra instituição de pesquisa que obteve destaque foi a EMBRAPA, que possui unidades relacionadas ao tema da Biotecnologia, entre elas: EMBRAPA Clima Temperado, EMBRAPA Pecuária Sul, EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, EMBRAPA Cerrados e EMBRAPA Agropecuária Oeste. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2008).

Entre as 15 primeiras instituições não há um expressivo número de instituições de ensino privado. Isto acontece mesmo havendo financiamento público para as pesquisas tanto de instituições públicas como privadas. Também não foram encontradas empresas que tenham contribuído de forma significativa com a produção na área. Esses dados confirmam o que já

está consolidado: que a pesquisa no Brasil é realizada basicamente em universidades públicas e centros de pesquisa (CRUZ, 2003; SCHWARTZMAN, 1995, 2001).

Na Tabela 3, a seguir, observa-se o número de instituições por artigo e seu percentual cumulativo, não significando a simples ocorrência, mas o número de artigos sem duplicações.

Artigos	Instituições	%	∑ %
892	1	34,5	34,5
879	2	34	68,5
522	3	20,2	88,7
184	4	7,1	95,9
57	5	2,2	98,1
19	6	0,7	98,8
11	7	0,4	99,2
6	8	0,2	99,5
3	9	0,1	99,6
1	10	0	99,6
1	11	0	99,7
1	12	0	99,7
1	14	0	99,7
1	15	0	99,8
1	20	0	99,8
1	24	0	99,8
1	26	0	99,9
2	28	0,1	100
1	29	0	100

Tabela 3: Número de Instituições por Artigo

Fonte: Dados do autor

Observa-se que um grande número de artigos possui apenas uma instituição relacionada no Campo C1 do ISI. Para a ocorrência de duas instituições por artigo, encontra-se 879 artigos, num percentual de 34% e cumulativo de 68,5%. Até três instituições explicam 88,7% das publicações, ou seja, a maioria dos artigos possui até 3 instituições relacionadas no campo C1. A parceria de universidades com outras diferentes instituições é abordada por Leydesdorff e Etzkowitz (1998). Os autores argumentam que, em alguns países, as universidades realizam grande parte da pesquisa básica; em outros, universidades e institutos participam igualmente no processo de inovação. E, finalmente, em outros países, é expressiva a participação das empresas privadas em pesquisa conjunta e/ou nos contratos cooperativos. As instituições científicas hoje passam por transformações e configuram-se como um tecido social que abrange múltiplas interações, as quais compreendem redes de pesquisadores e agências públicas e privadas (FAULHABER, 2005). Na área da Biotecnologia no Brasil, no que diz respeito a pesquisadores que possuem artigos e patentes, a pesquisa científica é realizada nas

universidades e institutos de pesquisa, que colaboram intensivamente entre si, gerando trabalhos em coautoria, conforme se visualiza na Figura 1:

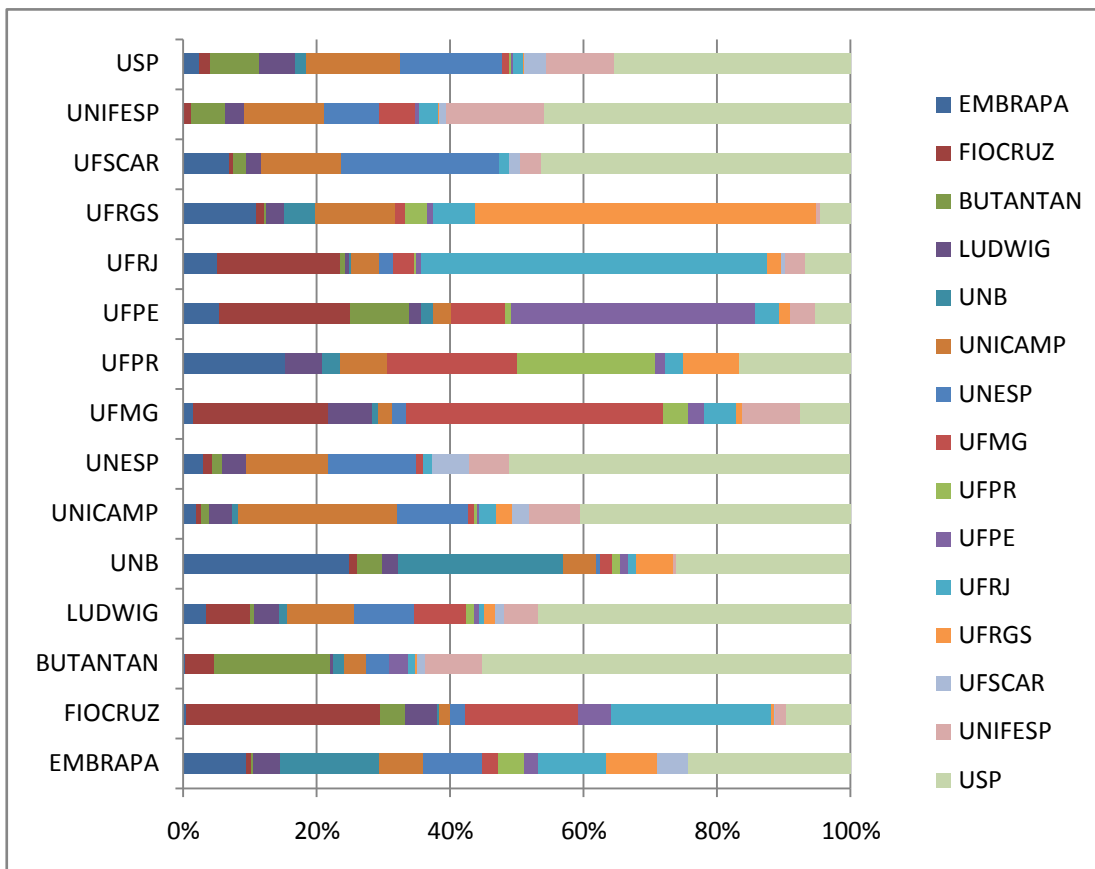


Figura 1: Colaboração entre Instituições de Pesquisa e Instituições de Ensino
Fonte: Dados do autor

Existe uma intensa colaboração entre instituições de pesquisa e universidades. Observe-se a EMBRAPA, que possui 276 coautorias, sendo que destas, 236 são realizadas com universidades: 67 com a USP, 41 com a UNB, 28 com a UFRJ, 25 com a UNESP, 21 com a UFRGS, 18 com a UNICAMP, entre outros casos com menores ocorrências, gerando um percentual de 85,5% de colaboração com universidades. Outra instituição que colabora intensivamente com universidades é a FIOCRUZ, que possui 443 coautorias, sendo 275 com universidades, totalizando 62,1% de colaboração com este tipo de instituição. As principais universidades parceiras da FIOCRUZ são: UFRJ, UFMG, USP, entre outras. O BUTANTAN, que possui 365 ocorrências de coautoria, sendo destas, 283 com universidades. As principais universidades parceiras do BUTANTAN, em ordem decrescente, são: USP, UNIFESP e UNESP, entre outras, totalizando 77,5% de colaboração com as universidades. A LUDWIG, com 321 coautorias, e destas, 275, ou seja, 85,7% são coautorias com universidades. As principais parceiras desta instituição são: USP, UNICAMP, UNESP, UFMG e UNIFESP,

entre outras com menor participação. Observa-se que a USP colabora com todas as instituições, em maior ou menor grau, alcançando em alguns casos o percentual de 50% de colaboração de algumas instituições.

Em relação às empresas, neste estudo, não foram identificadas como colaboradoras na produção científica, com poucas exceções, como a PETROBRAS. Rapini (2007) destaca que as universidades e instituições de pesquisa brasileiras são potencialmente capazes de contribuir para a solução de problemas técnicos e em avanços tecnológicos na indústria, sendo importante a existência de mecanismos efetivos e eficientes de interação com o setor produtivo. Porém, observando-se os resultados até aqui, verifica-se que a interação com a indústria através da colaboração por meio da coautoria ainda não acontece na produção científica dos pesquisadores coativos.

A análise MDS (Figura 2) das 15 instituições mais produtivas foi realizada no SPSS, a partir da matriz com os dados brutos de colaborações e com a colaboração intrainstitucional incluída na diagonal, conforme sugere Leydesdorff e Vaughan (2006).

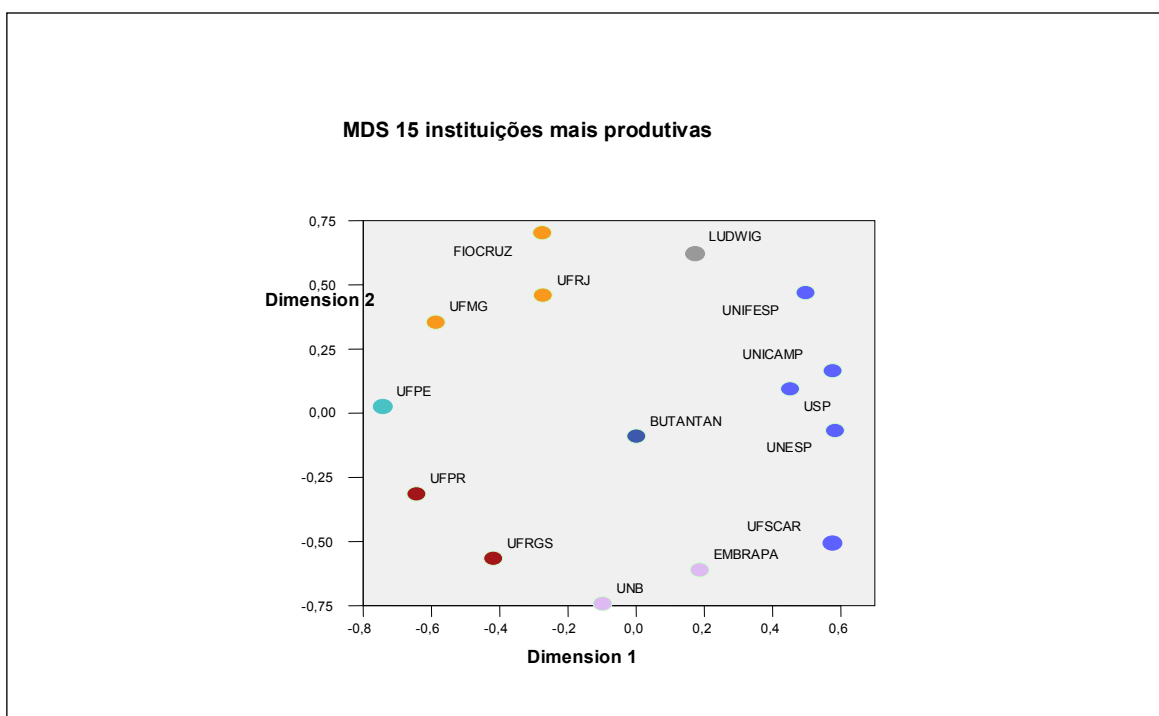


Figura 2: Mapa MDS das 15 Instituições mais Produtivas (SCALE: PROXSCAL; MODEL: SPLINE).
Fonte: Dados do autor

O *Raw Stress*²³¹ Normalizado, que mede a qualidade da análise, foi de 0,10749. O índice é considerado alto, pois significa que 10 % das respostas não são explicadas pelo mapa MDS. A proximidade entre as instituições como apresentadas no mapa (Figura 2) sugere uma similaridade nos seus comportamentos de colaboração, ou seja, colaboram com instituições semelhantes. Encontram-se os seguintes *clusters*: FIOCRUZ, UFRJ e UFMG, (marcados com laranja); USP, UNESP, UNICAMP e UNIFESP, *cluster* identificado como das instituições de ensino e pesquisa paulistas.

Como já mostrado nas análises anteriores, as instituições de pesquisa relacionam-se com as universidades ou instituições de ensino. Neste caso, duas delas participam deste *cluster* intitulado paulista: a USP possui similaridade de colaboração com BUTANTAN e com o Instituto LUDWIG. A EMBRAPA e a UNB, que possuem um número alto de colaboração, também aparecem próximas no mapa. Este se constitui no maior índice de colaboração em toda a matriz.

Algumas instituições apresentam um padrão regional de colaboração, pois apresentam interação somente com outras instituições mais próximas geograficamente, como a UFRGS e UFPR e UFPE e UFMG, formando *clusters* com motivação regional. Outro caso é o da FIOCRUZ, que possui uma unidade em Pernambuco, a Aggeu Magalhães, e colabora com a UFPE. Este padrão de colaboração foi identificado por Katz (1994), quando mostrou que as colaborações decrescem exponencialmente com a distância geográfica que separa os pesquisadores institucionais. Desta forma, a proximidade regional motiva a colaboração, já que os pesquisadores tendem a gerar mais comunicação informal.

A fim de complementar os dados sobre as instituições autoras dos artigos que fazem parte deste estudo, utilizou-se a análise de redes sociais. Para esta análise, verificamos os seguintes critérios: primeiro, selecionaram-se as instituições que possuíam 10 ou mais artigos para criar uma rede geral, e calculou-se os graus de centralidade, intermediação e proximidade, para um total de 78 instituições. Optou-se por relações não-direcionais, e quanto à valoração, no caso da rede geral, com atores que possuem ≥ 10 artigos, selecionou-se a opção 1, com presença de valor. Mas para a análise da EGONET (rede individual), selecionou-se a opção ≥ 10 laços (relações), de forma a restringir o tamanho da rede.

² STRESS (Medida de Desajuste): Proporção da variância das disparidades (dados otimamente escalonados) não explicada pelo modelo MDS. Esse tipo de medida varia de acordo com o tipo de programa e de dados em análise. A medida de desajuste ajuda a determinar o número adequado de dimensões a serem incluídas no modelo.

A partir dos dados da Tabela 4 são gerados os grafos que representam as medidas da rede e suas relações. Esta análise foi elaborada no *Software* NETDRAW (ANALYTICTECH), a partir de uma matriz simétrica com os dados de colaborações entre as instituições.

Instituição	Grau Centralidade ⁴⁵² (<i>Degree centrality</i>)	Grau de intermediação ⁵⁶³ (<i>Betweenness centrality</i>)	de Grau de proximidade ⁶ ₇₄ (<i>Closeness centrality</i>)
USP	62	377.590	164.000
UNICAMP	55	231.520	171.000
UFRJ	55	310.748	171.000
FIOCRUZ	52	178.395	174.000
UFMG	46	161.947	180.000
EMBRAPA	45	136.976	181.000
LUDWIG	42	61.143	184.000
UFRGS	41	72.690	185.000
UNESP	39	120.340	187.000
UNB	36	43.794	190.000
UNIFESP	35	66.992	191.000
UFSC	34	55.928	192.000
UFPeI	33	24.258	193.000
BUTANTAN	32	62.401	194.000
UFRN	32	19.765	194.000
UFG	31	14.812	195.000
UFPR	31	39.167	195.000
UFPA	29	24.168	197.000
UFPE	29	12.295	197.000
UFSM	29	19.628	197.000
Inst Nacl Canc	28	12.592	198.000
INPA	27	9.777	199.000
Outras instituições)	(40		

Tabela 4: Grau de Centralidade, Intermediação e Proximidade das Instituições com mais de 10 artigos
Fonte: Dados da Pesquisa (elaborada no NETDRAW).

⁴ O grau de centralidade é medido pelo número de laços que o ator dá e/ou recebe. Em uma rede social (não direcionada), o grau (*nodal degree*), denotado por $(i) d n$, é o número de laços incidentes em um ator, ou ainda, de forma equivalente, o número de atores adjacentes a ele (SILVA ET AL 2006).

⁵ O grau de intermediação analisa o quanto um ator está no caminho geodésico (a distância geodésica entre um par de atores é o número de laços que existem no caminho mais curto entre eles) entre outros atores na rede, representando também aqueles atores que servem como pontes para que atores não adjacentes da rede possam se conectar através deles (WASSERMAN E FAUST, 1994).

⁶ O grau de proximidade de um ator mede o quanto o ator está próximo de todos os demais atores da rede. Para calcular o grau de proximidade se soma a distância geodésica do ator em relação a todos os demais atores da rede, e depois se inverte, uma vez que quanto maior a distância menor a proximidade (SILVA ET AL 2006).

Observa-se que a USP, embora apresente maior grau de centralidade, tem grau de proximidade menor, pois apresenta maior distância entre os atores da rede do que os demais. Já o seu grau de intermediação também é o mais alto, pois, aplicando o conceito de Wasserman e Faust (1999), atua como ponte para que atores não adjacentes da rede possam se conectar através dela. A UNICAMP e a UFRJ, embora possuam o mesmo grau de centralidade (55) e de proximidade (177.000), apresentam grau de intermediação bastante diferente: enquanto a UNICAMP apresenta 231.520, a UFRJ sobe para 310.748, o que significa que a UFRJ serve de ponte para instituições se conectarem, mais do que ocorre com a UNICAMP. Isto pode ser observado analisando-se o grafo da EGONET da USP, onde se percebe que algumas instituições se interligam à mesma através da relação com a UFRJ, como é o caso da UFPA.

A UNESP também é um exemplo a ser destacado nesta tabela, pois na comparação dos seus índices com os da UFRGS, muito semelhantes em relação ao grau de centralidade (UFRGS: 41, UNESP, 39) e no grau de proximidade (UFRGS: 185.000, UNESP: 187.000), encontra-se uma diferença significativa no grau de intermediação entre elas: a UNESP possui 120.340, já a UFRGS, 72.690, o que significa que a UNESP possui relações com instituições que não fariam parte da rede se não fosse por esta relação com ela, o que ocorre em menor grau com a UFRGS. Em relação à UNB, o índice de intermediação diminui para 43.794, o grau de centralidade é de 36 e o de proximidade é 190.000, significando que a UNB não apresenta um perfil de estabelecer relações com instituições não adjacentes à rede, não servindo de ponte.

A seguir, apresentam-se os grafos referentes à representação do Grau de Centralidade e das EGONET das instituições que possuem maior grau de centralidade na rede. (Figura 3).

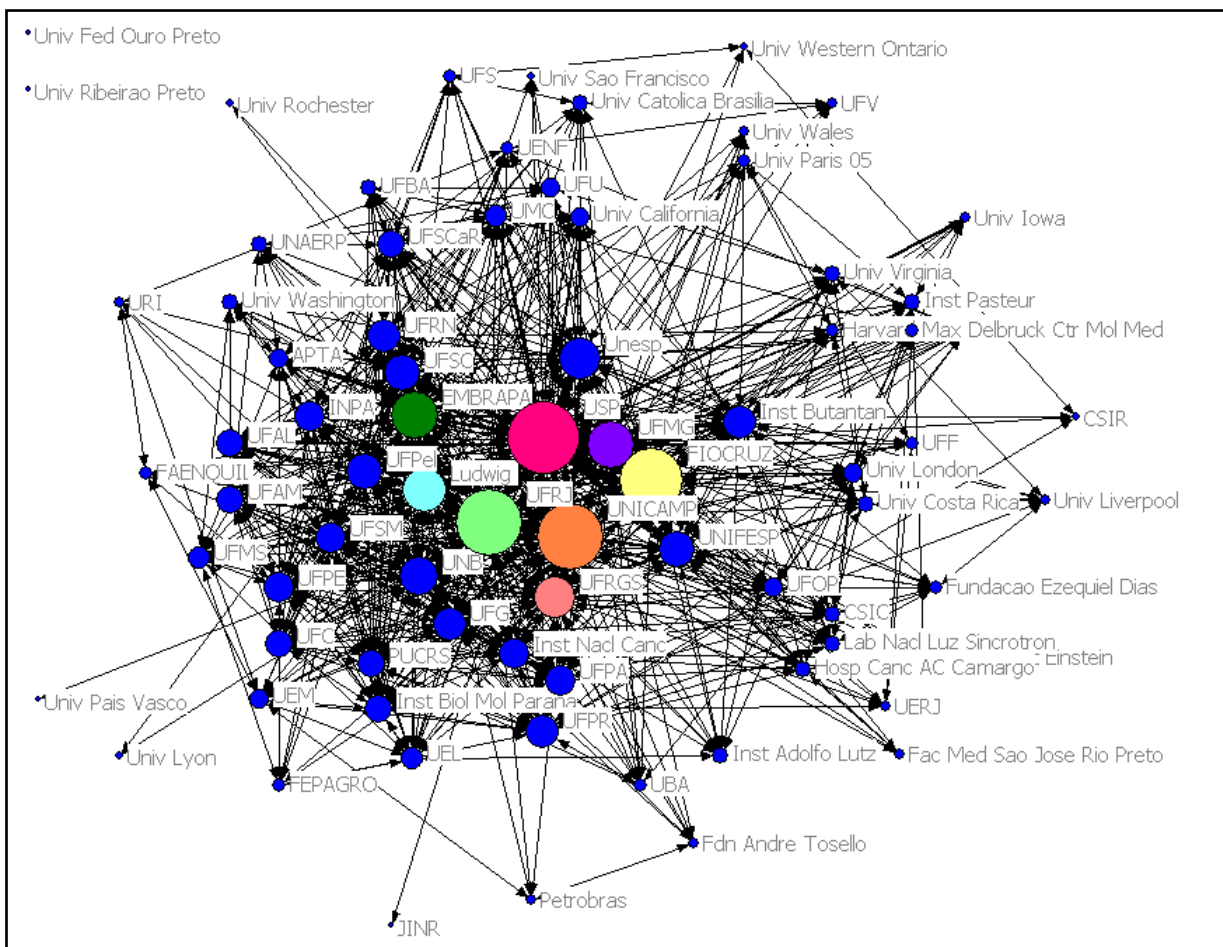


Figura 3: Gráfico Rede Instituições com ≥ 10 Artigos, Destaque pelo Grau de Centralidade
Fonte: Dados do autor.

A rede formada pelas instituições com ≥ 10 artigos totalizou em 78 nós e 1464 laços e grau de centralidade de 7.18%. Este gráfico é uma representação dos dados apresentados na Tabela 5, e mostra as instituições com maior grau de centralidade aglutinadas no meio da rede. São elas: USP, com grau de centralidade 62, UNICAMP e UFRJ, ambas com grau 55, FIOCRUZ, com 52 e UFMG, com 46. A EMBRAPA apresenta grau de centralidade 45 e a LUDWIG, 42. As primeiras quatro instituições, USP, UNICAMP, UFRJ e UFMG, assim como a oitava (UFRGS), possuem a mesma colocação que ocupam no *ranking* de produtividade, mostrando uma relação entre produtividade e centralidade na rede.

A UNESP possui laços fortes com a USP e a UNICAMP, fazendo parte do *cluster* das instituições paulistas, como já foi verificado nas análises de MDS. O seu grau de proximidade é 187.000, mostrando-se, então, próxima dos outros atores da rede. A UNB possui laços fortes com a USP, a EMBRAPA e a UFG, apresentando também um laço fraco com a Universidade Católica de Brasília. O seu grau de intermediação pode ser considerado baixo (43.794), o grau

de centralidade é 36, mas o grau de proximidade é alto, 190.000, significando que ela está próxima de todos os demais atores da rede.

Entre os institutos de pesquisa, destaca-se o BUTANTAN, que ocupa o sétimo lugar no *ranking* de produtividade, descendo para a 14ª colocação no quesito centralidade, ou seja, neste caso, ser mais produtivo não necessariamente significa ter mais relações na rede. Observa-se que esse instituto possui 365 ocorrências de coautoria, e, somente com a USP, 202 colaborações, além de outras colaborações intensas com outras universidades. Essa forte interação com esse tipo de instituição resulta em um menor grau de centralidade, porém, em um alto grau de intermediação, pois ele serve de ponte para instituições estrangeiras que só têm relações com a rede através dele, como a Universidade de Costa Rica, a Universidade de Liverpool e a Universidade Wales. Assim, o BUTANTAN apresenta-se como um nó importante para as relações entre estas instituições estrangeiras e a USP.

Outro instituto de pesquisa, o LUDWIG, apresenta laços fortes entre USP e laços mais fracos com a UNICAMP, a UNIFESP, a UNESP e a UFMG, confirmando o padrão acentuado de colaboração com universidades, já abordado em análises anteriores.

A EMBRAPA, que no *ranking* de produtividade aparece em nono lugar, no de centralidade sobe para o sexto lugar, ou seja, um pouco mais colaborativa do que produtiva. Ela apresenta índice de centralidade 45, e de intermediação, 136.976. A mesma se constitui numa instituição que não interage com instituições nos limites da rede, participando de relações dentro da rede, sendo elas com a UNB, a UFRGS, a Universidade Católica de Brasília, a USP, a UFRJ e a UNESP.

As instituições isoladas aparecem à esquerda no grafo: Universidade Federal de Ouro Preto (34ª posição no *ranking* de produtividade) e Universidade de Ribeirão Preto (na 55ª posição no *ranking* de produtividade), ambas com zero em todos os cálculos da análise de redes sociais, pois apesar de pertencerem à seleção realizada (≥ 10 artigos), não possuem laços com as 78 instituições mais produtivas.

A seguir, apresenta-se o grafo da EGONET da USP, a instituição com maior grau de centralidade na rede.

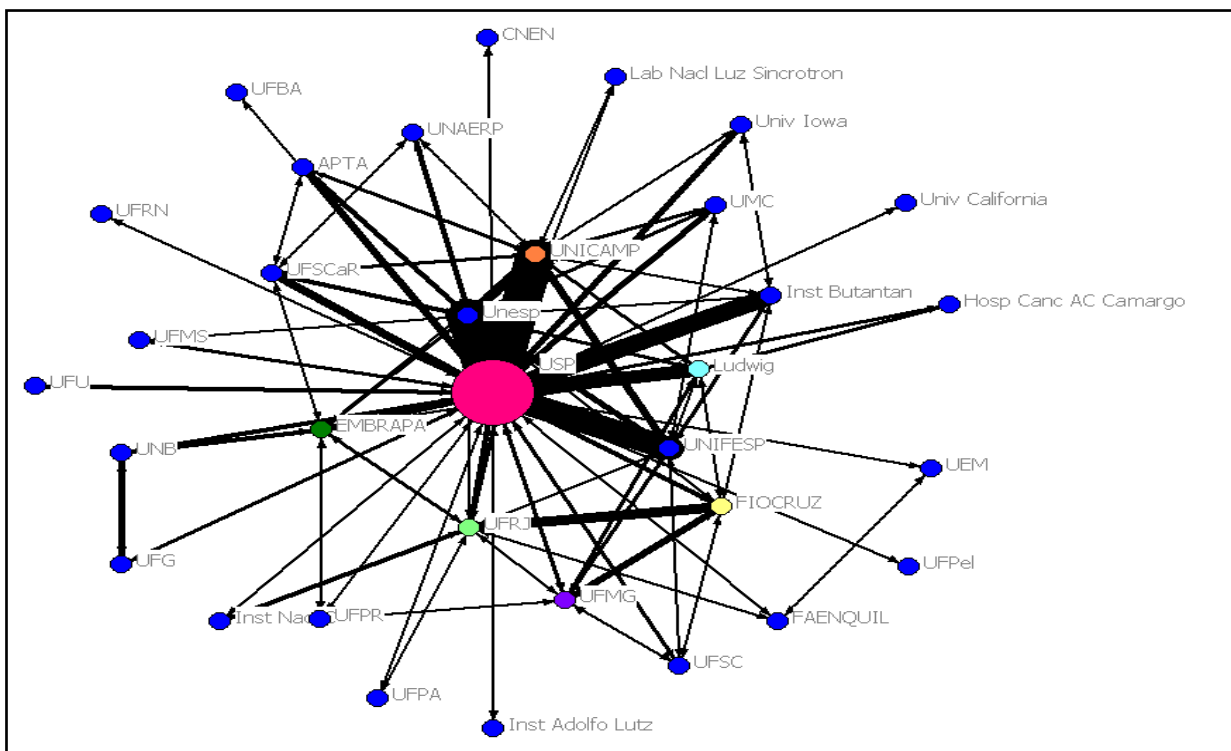


Figura 4: Grafo EGONET USP ≥ 10 Relações
Fonte: Dados do autor.

Como a USP possui conexões com todas as outras instituições, optou-se por restringir o número de instituições a partir do número de relações existentes. Assim, foram selecionadas somente as que possuem ≥ 10 laços com a USP, o que totalizou em 674 laços. O grau de centralidade da rede da USP é de 5.17%, ou seja, é altamente conectada, pois a densidade de uma rede é dada pelo número de laços existentes em uma rede em relação ao máximo possível (WASSERMAN; FAUST, 1999, p. 101). Esta densidade da sub-rede representa a proximidade dos atores envolvidos na rede, podendo-se supor que, pelo fato dela ter maior densidade e ser mais coesa, o fluxo de informações entre os atores/membros esteja favorecido. Se todos os atores de uma rede são alcançáveis entre si, então a mesma é conectada e os dados dos atores e seus relacionamentos são representados em um grafo composto por um único componente, caso desta rede formada a partir das relações da USP.

As instituições que possuem laços mais fortes com a USP, conforme destacado na Figura 5, pela intensidade dos laços, são: UNICAMP, UNESP, BUTANTAN, UNIFESP e EMBRAPA. A colaboração com institutos de pesquisa é bem intensa, pois tanto com o BUTANTAN como com a EMBRAPA os laços são fortes, apenas com a FIOCRUZ não é tão intensa (24), talvez pelo afastamento geográfico.

Na Tabela 5, apresentam-se o número de autores por artigo no período de 2001 a 2005, e o seu percentual cumulativo.

Autores	Artigos	%	∑ %	Autores	Artigos	%	∑ %
1	8	0,3	0,3	26	2	0,1	99,1
2	92	3,6	3,9	28	3	0,1	99,2
3	370	14,3	18,2	29	2	0,1	99,3
4	484	18,7	36,9	30	1	0	99,3
5	465	18	54,9	31	1	0	99,3
6	410	15,9	70,8	32	1	0	99,4
7	262	10,1	80,9	35	1	0	99,4
8	168	6,5	87,4	37	1	0	99,5
9	124	4,8	92,2	44	1	0	99,5
10	63	2,4	94,7	47	2	0,1	99,6
11	32	1,2	95,9	49	1	0	99,6
12	27	1	96,9	51	2	0,1	99,7
13	18	0,7	97,6	57	1	0	99,7
14	15	0,6	98,2	58	1	0	99,8
15	4	0,2	98,4	65	1	0	99,8
16	5	0,2	98,6	86	1	0	99,8
17	3	0,1	98,7	96	1	0	99,9
18	2	0,1	98,8	100	1	0	99,9
19	2	0,1	98,8	106	1	0	100
22	2	0,1	98,9	262	1	0	100
23	1	0	99				
24	1	0	99	1528	2584	100	

Tabela 5: Número de Autores por Artigo

Fonte: Dados do autor.

Identifica-se, a partir desta tabela, o padrão de colaboração dos pesquisadores estudados: há preferência pela publicação em coautoria, pois somente 8 artigos possuem um autor, havendo ainda, um núcleo de preferência para a coautoria situado entre três e sete autores (80,9% da produção analisada). Do total de 2584 artigos, verifica-se que 484 possuem quatro autores, sendo esta a incidência mais frequente. Após a incidência de seis autores por artigo, observa-se um decréscimo no número de artigos, conforme aumenta o número de autores.

Destaca-se um artigo que possui 252 autores, seguido de um com 106, e outro com 100. Estes artigos referem-se às pesquisas sobre o Genoma Humano, projeto que envolve pesquisadores de diversos países.

O mapa MDS (Figura 5) apresenta a colaboração entre os 20 autores mais produtivos, e representa a similaridade no comportamento de colaboração entre os autores. Para a análise no SPSS, utilizaram-se as opções *Multidimensional Scale*; *PROXSCAL*; proximidade de similaridade; transformação de proximidade usando a opção *SPLINE*; *Degree 1*; *Interior Knots*: zero e a configuração *Torgerson*.

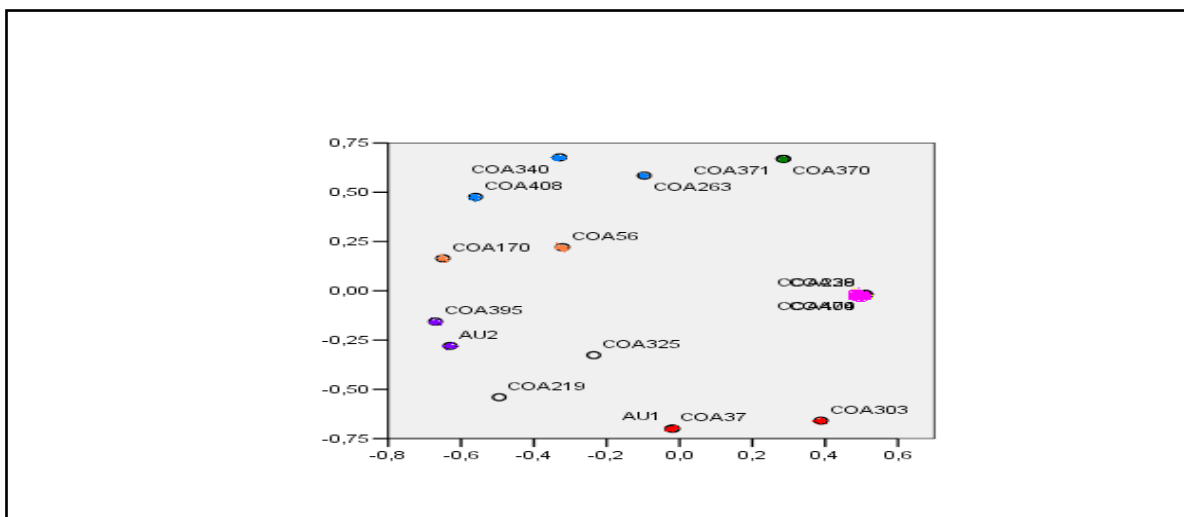


Figura 5: Mapa MDS 20 Autores Mais Produtivos (Model: Spline)
Fonte: Dados do autor.

Identifica-se a criação de *clusters* bem definidos no mapa MDS: AU1 e COA37, com 43 coautorias identificadas, sendo que ambos possuem uma coautoria com o COA303 (destacados em vermelho). Estes três pesquisadores são da UNICAMP, o que indica que a proximidade geográfica, desta vez interna à instituição, facilita a colaboração. COA340 e COA408, destacados em azul, também formam um *cluster*, com a aproximação de COA263, que também colabora com o COA408, sendo todos vinculados à UNICAMP. Conforme já observado em análises anteriores, a UNICAMP apresenta um percentual de colaboração de 23,9%, sendo a 8ª instituição mais colaborativa internamente. Observando a trajetória dos pesquisadores, têm-se que COA37 fez um dos seus dois pós-doutorados na UNICAMP, sob a orientação de AU1. Estas observações indicam em parte as motivações para construção de parcerias, e a relação orientador-orientando parece ser uma delas.

COA370 e COA371 (destacados em verde), que possuem 32 coautorias, compartilham o mesmo espaço no mapa, ficando sobrepostos. Estes pesquisadores também pertencem à mesma instituição, no caso, a USP. Como a UNICAMP, a USP também apresenta um percentual alto de colaboração interna. Através da análise dos currículos *Lattes* dos dois pesquisadores, verifica-se que COA370 coordena o projeto FAPESP / CEPID - Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica, no qual COA371 é membro da equipe. O fato de que COA371 foi orientando de COA370 no doutorado, indica mais uma vez a parceria formada pelo vínculo criado na pós-graduação.

O pesquisador AU2, vinculado ao *Max-Delbrück-Center for Molecular Medicine* (MDC) em Berlin-Buch, Alemanha e o COA395, ligado à UNIFESP, também formam um *cluster*, com 26 coautorias (destacados em roxo). Próximos deles encontra-se o COA219, ligado à UFMG,

apresentando 11 coautorias com AU2. Este *cluster* mostra uma colaboração interinstitucional bem demarcada, com instituições provenientes de estados diferentes da federação e com uma instituição estrangeira, e, ainda, com vínculo pela formação, pois COA395 fez seu pós-doutorado de 1994 a 1996 no *Max Delbrück Center For Molecular Medicine* (MDC) em Berlin, Alemanha, instituição de vínculo do autor AU2.

Os casos isolados, ou seja, aqueles autores que não possuem coautoria entre estes 20 autores mais produtivos, estão destacados no mapa com a cor rosa, aparecendo sobrepostos: COA72(UFPR), COA250 (USP), COA400 (EMBRAPA), COA29 (UFRJ), COA238 (USP) e COA74(UFRJ).

Para reunir os autores mais produtivos para a análise de redes, ampliou-se o número de autores envolvidos, de forma a enriquecer os resultados. Foram selecionados os que possuem 16 ou mais artigos no período compreendido entre 2001 a 2005. Os autores que apresentam maior grau de centralidade não são necessariamente os que despontam na lista dos mais produtivos. Este resultado difere do encontrado no estudo de Hou, Kretschmer e Liu (2008), onde os autores mais produtivos são aqueles mais ativos em redes de colaboração, no campo da cientometria. Nesse estudo, COA170, que possui maior centralidade, figura no sétimo lugar no *ranking* dos mais produtivos e COA168 e COA180, segundo e terceiro no *ranking* de centralidade, não figuram entre os 20 mais produtivos. O autor mais produtivo, COA74, com 69 artigos, encontra-se na 35ª posição no *ranking* por grau de centralidade, com quatro laços com outros autores. COA263, segundo no *ranking* de produtividade, está na 38ª posição do grau de centralidade, com grau três. Assim, mesmo a produtividade sendo alta, estes autores não estabelecem proporcionalmente laços de colaboração com os autores com ≥ 16 artigos, muitas vezes publicando sozinhos, com poucos pares ou repetindo as parcerias, ou mesmo com seus orientandos, que geralmente não figuram nas primeiras posições de produtividade.

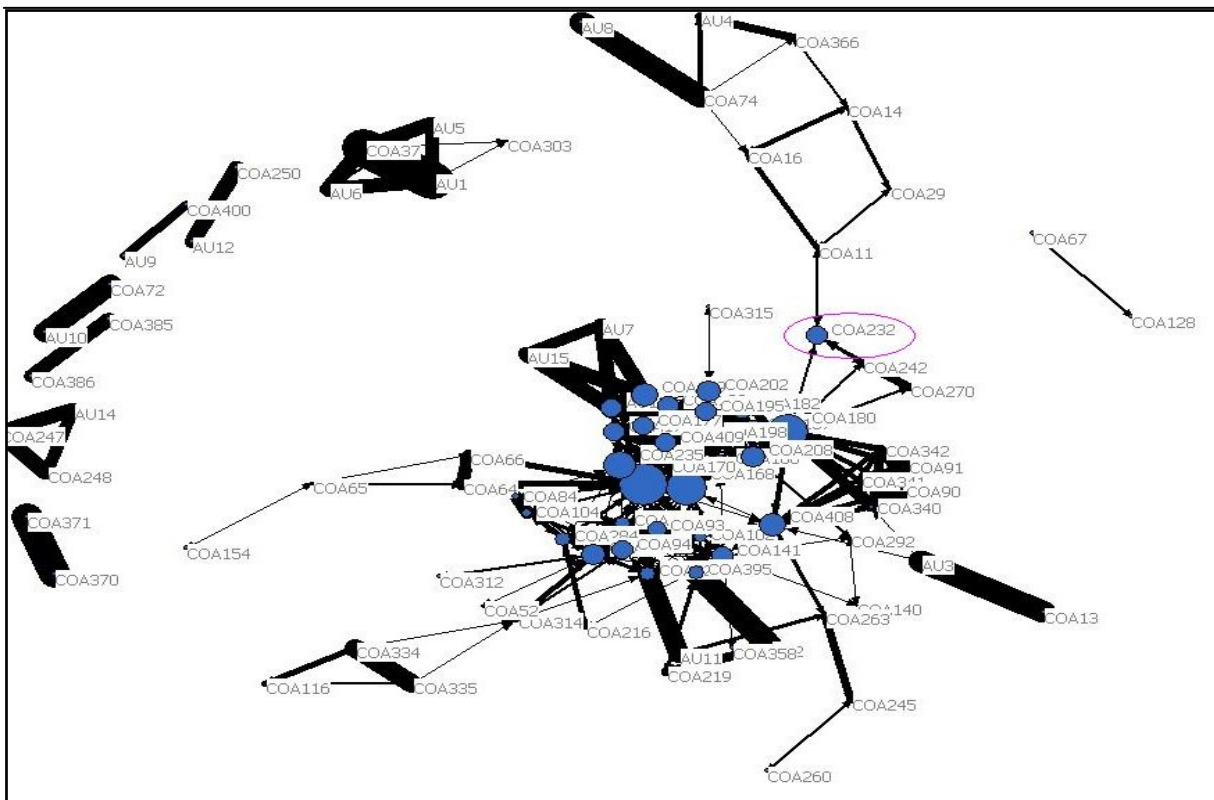


Figura 6: Grafo Rede Autores mais de 16 Artigos com Destaque para o Grau de Centralidade
Fonte: Dados do autor.

Esta rede geral totalizou em 90 nós (autores) e 624 laços. A rede mostra-se altamente conectada no núcleo, onde estão reunidos os autores mais centrais. À direita, há um pequeno *cluster*, formado por COA67 e COA128, que não possuem ligação com a rede maior central. À esquerda, estão outras redes diádicas, a maioria incluindo autores codificados como AU, ou seja, somente autores que não possuem patentes: AU14, COA247 e COA248; AU10 e COA72; AU9 e COA400, entre outras. Salienta-se que só foi analisada parte da produção destes autores codificados por AU, aquela em que há coautorias com os coativos, sujeitos do estudo.

Percebe-se que o COA232 é o elo entre outra rede que se forma a partir dele (na parte superior da rede), mas que só se relaciona com a rede geral a partir dele. Desta forma, o seu grau de intermediação é alto, 488.

3 CONCLUSÕES

Conclui-se que a maioria dos artigos possui até três instituições relacionadas no Campo C1, pois 88,7% dos casos apresentam-se desta forma. Observou-se que a produção científica está concentrada em algumas poucas instituições, lideradas pelas universidades públicas (federais e estaduais), e instituições de pesquisa de renome. Entre as universidades, as mais produtivas são a USP, a UNICAMP, a UNESP e a UFRJ; e entre as instituições de pesquisa, tiveram destaque a FIOCRUZ, o INSTITUTO BUTANTAN e a EMBRAPA. Conclui-se que existe intensa colaboração entre estes dois tipos de instituições, não acontecendo colaboração destas com empresas, de forma efetiva, o que confirma o distanciamento que ainda existe entre instituições de ensino e pesquisa com as empresas no Brasil.

Verificou-se que o índice de colaboração entre as instituições demonstra que existe uma alta colaboração entre as 15 instituições mais produtivas. A EMBRAPA e a UNB apresentam o maior índice de colaboração em toda a matriz, destacando-se das demais.

Algumas instituições apresentam um padrão regional de colaboração, pois apresentam interação somente com outras instituições, mais próximas geograficamente, formando *clusters* com motivação regional. Este padrão de colaboração foi identificado por Katz (1994) quando mostrou que as colaborações decrescem exponencialmente com a distância geográfica que separa os pesquisadores institucionais. Desta forma, a proximidade regional motiva a colaboração, já que os pesquisadores tendem a gerar mais comunicação informal. Entre as instituições que apresentaram este padrão regional, encontram-se: FIOCRUZ e UFRJ; e USP, UNESP, UNICAMP e UNIFESP, que formaram *clusters* nas análises MDS das 15 instituições mais produtivas.

Encontra-se um núcleo de preferência para a coautoria situada entre três e sete autores (80,9% da produção analisada) e observa-se que há clara preferência pela publicação em coautoria.

Os autores mais produtivos não se encontram nas primeiras posições do *ranking* por grau de centralidade, significando que, mesmo a produtividade sendo alta, estes autores não estabelecem proporcionalmente laços de colaboração com outros autores que possuem 16 ou mais artigos. Eles, muitas vezes, publicam sozinhos, com poucos pares ou repetindo as parcerias, ou mesmo com seus orientandos, que geralmente não figuram nas primeiras posições de produtividade. Pode-se concluir que, em relação à produção científica, a centralidade não está relacionada diretamente à produtividade.

Outra conclusão em relação à colaboração interpessoal é que ela se fortalece após a parceria formada pelo vínculo criado na pós-graduação, pois muitas parcerias foram formadas a partir deste tipo de vínculo, apresentando produção significativa entre orientadores e orientandos. Estas observações indicam em parte as motivações para construção de parcerias, e a relação orientador-orientando demonstra ser uma delas.

REFERÊNCIAS

ANALYTICTECH. NETDRAW. Disponível em: <<http://www.analytictech.com/Netdraw/netdraw.htm>>. Acesso em 10 mar 2009

CRUZ, C. H. de B. A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o País Precisa. **Cadernos de Estudos Avançados**, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, v. 1, n. 1, p. 5-24, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 7 jun. 2008.

FAULHABER, P. A História dos Institutos de Pesquisa na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.54, p. 241-257, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142005000200014&script=sci_arttext&tlng=p>. Acesso em: 02 dez. 2005.

GLÄNZEL, W.; LETA, J.; THIJS, B. Science in Brazil. Part 1: A macrolevel comparative study. **Scientometrics**, Dordrecht, v. 67,n.1, p. 67–86, 2006.

HOU, H.; KRETSCHMER, H.; LIU, Z. The structure of scientific collaboration networks in *Scientometrics*. **Scientometrics**, Dordrecht, v.75, n.2, p. 189-202, 2008.

KATZ, J. S. Geographical proximity and scientific collaboration. **Scientometrics**, Dordrecht, v. 31, n. 1, p. 31-43, 1994.

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

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. Emergence of a triple helix of university – industry-government relations. **Science and Public Policy**, v. 23, n. 5, p. 279-86, 1998.

LEYDESDORFF, L.; VAUGHAN, L. Co-occurrence Matrices and their Applications in Information Science: Extending ACA to the Web Environment. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v.57 n.12, p.1616-1628, Oct. 2006 .

LIMA, R. A. de; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. de. Indicadores Bibliométricos de Cooperação Científica Internacional em Bioprospecção. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v.12, n.1, jan./abr. 2007.

LUUKKONEN, Terttu; PERSSON, Olle; SILVERTSEN, Gunnar. Understanding Patterns of International Scientific Collaboration. **Science, Technology, & Human Values**, v.17, n.1, p.101-126, Winter. 1992.

RAPINI, M. S. Interação Universidade-Empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.37, n.1, p. 211-233, jan./mar. 2007.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Programa de Pós-graduação Interunidades em Biotecnologia – PPIB**. 2008. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.icb.usp.br/proposta.html>>. Acesso em: 10 nov. set 2008.

SCHWARTZMAN, S. **Um Espaço para A Ciência**. A formação da comunidade científica no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Estudos Estratégicos, 2001.

_____. A Universidade Primeira do Brasil: entre intelligentsia, padrão internacional e inclusão social. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n.56, p. 161-189, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142006000100012&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 jul. 2008.

SCHWARTZMAN, S. et al. **Science and Technology in Brazil: a new policy for a global world**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1995.

SILVA, et al. Redes de Co-autoria dos Professores da Ciência da Informação: um retrato da colaboração científica dessa disciplina no Brasil. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 7., 2006, Marília. **Anais...** Marília: ENANCIB, 2006.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. New York: Cambridge University Press, 1999.

Abstract

The article analyzes the scientific production of researchers who deposited patents in the field of Biotechnology in the period from 2001 to 2005. From a scientometric approach, aims to reveal the inter-institutional collaboration and interpersonal existing. The corpus is based on 2584 items collected in WebofScience. We used the methodology of Social Network Analysis and MDS to observe the formation of clusters of authors and institutions. The results indicate that to most of the articles has up to three institutions involved in field C1, because 88.7% of cases present themselves in this way. It was observed that the scientific production is concentrated in a few institutions, led by public universities (federal and state) and research institutions of repute. Among the universities, the most productive are the USP, UNICAMP, UNESP and UFRJ, and between research institutions, have highlighted the FIOCRUZ, Instituto Butantan and EMBRAPA. Some institutions have a regional pattern of collaboration, since they have only interaction with other institutions closer geographically to form regional clusters with motivation. The most productive authors are not in the top positions in the ranking by outdegree, meaning the centrality is not directly related to productivity. It was observed that the interpersonal collaboration is strengthened after the partnership formed by the bond created in graduate school, as many partnerships have been formed from this type of relationship, with significant production between agents and targeted.

Keywords: Scientometrics. Interpersonal collaboration. Institutional collaboration.

Originais recebidos em: 15/11/2009

Aceitos para publicação em: 31/03/2010