
Rede de interações universidade-empresa no Brasil: uma análise de redes sociais

Geciane Silveira Porto¹
Sérgio Kannebley Júnior²
Beatriz Selan³
João Paulo M. Terra Baroni⁴

Resumo: Este artigo investiga a interação universidade-empresa no Brasil, utilizando informações reportadas pelo diretório dos grupos de pesquisa (GPs) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A amostra foi composta por informações de 2.623 empresas e 1.663 grupos de pesquisa (GPs), sendo estes distribuídos em 193 instituições de ciência e tecnologia (ICTs). Para esta, foi conduzida uma análise de redes sociais, na qual foi possível identificar padrões de interações entre empresas e ICTs nas diferentes áreas do conhecimento: diferiram em quantidade de atores e convênios - tamanho e estrutura da rede, mas foram similares em nos principais tipos de relacionamento. Pelo caráter da amostra, as universidades públicas mostraram-se como principais atores nucleadores. Ademais, alguns destes atores se repetem como nucleadores em diferentes áreas do conhecimento.

Palavras-chave: mudança tecnológica; interação empresa-universidade; análise de redes sociais.

JEL: O30, O32, C69.

1 Professora Doutora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP) da Universidade de São Paulo (USP). E-mail: geciane@usp.br

2 Professor Doutor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP) da Universidade de São Paulo (USP). E-mail: skj@usp.br

3 Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Inovação, Gestão Tecnológica e Competitividade (INGTEC) da FEA-RP/USP. E-mail: biasprof@gmail.com

4 Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Inovação, Gestão Tecnológica e Competitividade (INGTEC) da FEA-RP/USP. E-mail: terrabaroni@gmail.com

Company-university interaction network in Brazil: an analysis of social networks

Abstract: *This article investigates the interaction university-firm in Brazil, using information reported by directory of research groups from CNPq. The sample was composed of information from 2,623 firms and 1,663 research groups (GPs), these being distributed in 193 institutions of science and technology (ICTs). For this, was conducted an analysis of social networks, in which it was possible to identify patterns of interactions between firms and ICTs in the different fields of knowledge: differ in amount of actors and edges - size and structure of the network, but were similar in on the main types of relationship. By the character of the sample, the public universities showed as main core actors. In addition, some of these core actors are repeated in different fields of knowledge.*

Key-words: *technological change; firm-university interaction; social network analysis.*

JEL: O30, O32, C69.

Introdução

A necessidade de um dispêndio mais elevado em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) se pronuncia fortemente no cenário atual onde a competitividade pode ser obtida via tecnologia. Com a maior propensão ao gasto em P&D&I pelas empresas e institutos de pesquisa, a busca por instrumentos de diluição de custos e aumento da eficiência estimula a cooperação tecnológica entre empresas e universidades.

As interações entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), que abrangem as universidades e institutos de pesquisa; as empresas, sejam elas privadas ou públicas; e o governo por meio das políticas públicas de fomento a inovação constituem a hélice tripla utilizada como um dos modelos conceituais para a compreensão da dinâmica da inovação em um Sistema Nacional de Inovação (SNI). Esta abordagem é mais apropriada para a análise e interpretação de problemas cujo foco seja a própria interação entre os atores de cada uma das hélices e as suas respectivas motivações, dificuldades de interação e potenciais resultados das suas interações.

De modo a entender melhor estas parcerias, o número de estudos acerca destas relações tem se ampliado recentemente, conforme as evidências de Porto (2006). Apesar disso, Löf e Brostöm (2008) explicitam que ainda não se compreende plenamente a relação de parceria entre empresas e universidades. Esta pesquisa buscou-se, então, analisar as relações de parcerias entre empresas instaladas no Brasil e ICTs cadastrados no Diretório de Grupos de pesquisa do CNPq, que tenham desenvolvido, projetos em cooperação envolvendo dois ou mais atores simultaneamente.

A metodologia empírica utilizada consiste de análise de redes sociais (ARS), para o mapeamento das interações entre os atores, sendo a base de dados composta por 1758 GPs (193 ICTs) e 2623 empresas que realizaram projetos de desenvolvimento tecnológico em conjunto no biênio 2003-2004.

Além dessa seção introdutória, o trabalho ainda conta mais quatro seções. A seguinte discorre sobre os aspectos teóricos da cooperação que subsidiam a pesquisa. A seção 2 apresenta a base de dados e suas estatísticas descritivas. A seção 3 apresenta a metodologia de ARS, focando, particularmente, no método utilizado para análise da rede de cooperação; e os mapas da rede geral e por áreas de conhecimento. Por fim, são tecidas algumas considerações sobre o trabalho e possíveis implicações para formulação de políticas governamentais.

1. Motivações e benefícios da cooperação entre empresas e universidades

O processo de desenvolvimento tecnológico de um país passa pela robustez do seu SNI, composto por empresas, instituições de educação ciência e tecnologia, órgãos de governo e demais organizações, cada qual com suas respectivas políticas de inovação, que atendem a diferentes demandas dentro de um arcabouço institucional (Nelson, 1993; Ludvall, 1992). Etzkowitz e Leydesdorff (1996) e Etzkowitz (2004) propuseram o modelo da Hélice Tripla, no qual as parcerias evoluem até o surgimento de redes envolvendo as empresas, as universidades e o governo enquanto organizações independentes, que cooperam para melhor competir, podendo ainda contar com o apoio de organizações criadas para apoiar esta interface. Este modelo auxilia na compreensão da dinâmica entre os atores do SNI. Avançando nesta discussão, Carayannis e Campbell (2009) incorporam os aspectos culturais como uma quarta hélice, enfatizando as abrangências globais e locais, valorizando o pluralismo e a diversidade de agentes e organizações.

Embora as motivações que levam à cooperação sejam distintas para as universidades e as empresas, bem como suas características e necessidades, a intersecção destas encontra-se na necessidade de inovar. Mowery e Sampat (2004), ao assumir o SNI como cenário de atuação destes atores, constataam pelo lado das universidades a sua influência na criação, desenvolvimento e disseminação de suas inovações. Já as empresas se beneficiam da utilização de pessoal altamente qualificado, compartilhamento de pesquisas na fronteira do conhecimento que podem solucionar problemas internos que não foram supridos pelo departamento de P&D das firmas. Assim, são gerados resultados economicamente importantes como a criação de equipamentos e instrumentações para processos produtivos; difusão de conhecimento via redes de capacidades tecnológicas e o desenvolvimento de protótipos para novos produtos e/ou processos.

Para a empresa, a universidade é vista como um reservatório de conhecimento que pode ser acessado via licenciamento, parcerias, qualificação de pessoal e desenvolvimento de pesquisa básica. Usualmente, as empresas têm a visão de que as universidades podem complementar o seu esforço tecnológico e gerar vantagem competitiva com redução de custo de pesquisa. Adicionalmente, as empresas sofrem também com a restrição de recursos internos (financeiros e pessoal qualificado) suficientes para desenvolver pesquisas isoladamente (Porto, 2006).

A restrição de recursos públicos para as universidades ao longo das duas últimas décadas, intensificou a competição entre os GPs, e motivou a busca por parcerias com empresas, como fonte complementar de recursos financeiros. Isto provocou uma mudança no posicionamento dos GPs, que adotaram um pensamento mais empresarial para o desenvolvimento das suas pesquisas. Além disso, a publicidade advinda da parceria contribui para o reconhecimento da sociedade e, em particular, do meio empresarial estimulando o surgimento de colaborações futuras.

Belderbos, Carree e Lokshin (2006) afirmam que o engajamento das empresas em múltiplas cooperações pode representar uma complementaridade dos projetos de modo a beneficiar as escolhas estratégicas das empresas para a inovação em produto e em processo com diferentes atores. Quando a colaboração ocorre entre concorrentes é possível dividir os custos de P&D e encontrar mercado para ambos, enquanto que a colaboração com consumidores geralmente traz novas ideias voltadas a ofertar novos produtos no mercado. Já a parceria com fornecedores envolve a melhoria da qualidade do produto e a redução de custos para as inovações em processo, enquanto que as universidades são fontes de inovações radicais que transpõem as fronteiras tecnológicas criando novos mercados ou novos segmentos que possam ser explorados pelas empresas.

Tödtling; Lehner; Kaufmann (2009, p. 69), indicam que diferentes tipos de inovação nas empresas baseiam-se em diferentes tipos de insumos do conhecimento e que, a cooperação universidade-empresa geralmente procura desenvolver inovações mais radicais. Para eles *“larger firms, obviously, have fewer barriers for interacting with universities in R&D-projects. In addition, the employment of researchers, able to understand the relevant scientific language and concepts, helps companies to overcome problems of knowledge exchange with the science system”*.

Espera-se que as universidades se concentrem no conhecimento tecnológico e, por meio de convênios com as empresas, ofertem-no de modo a transformarem a ciência em inovações tecnológicas que possibilitem a concorrência das empresas no mercado. O que tem sido corroborado por pesquisas, que indicam que a interação com universidades está mais direcionada à introdução de inovações radicais em termos de novos produtos em mercados ou segmentos ainda não explorados ou novos (Tether, 2002; Monjon; Waelbroeck, 2003).

Contudo, há evidências contrárias, sugerindo que as universidades tendem a ser seguidoras da inovação tecnológica e não direcionadoras do mesmo. Ou seja, as empresas são o centro da cooperação, enquanto as universidades se tornam meros coadjuvantes desta parceria. (Gebrekidan; Awuah, 2002; Vergna, 2007).

Existem diferenças fundamentais entre empresas e universidades que impactam na decisão de cooperação. Estes atores têm interesses distintos na inovação, uma vez que as firmas se preocupam com o desenvolvimento de novos produtos e/ou processos incrementais e as universidades concentram seus esforços na pesquisa, principalmente a pesquisa básica, que não possui uma aplicação empresarial imediata. Os problemas organizacionais para adoção da cooperação se iniciam na decisão pelo convênio, já que as universidades raramente entendem como suas descobertas suprirão as necessidades da indústria e as firmas não estão completamente seguras sobre a utilidade das descobertas científicas (Hellman, 2005 *apud* Arvanitis *et al.*, 2008). A estrutura organizacional diferente dos agentes da cooperação (empresas e universidades) pode levar ao surgimento de dificuldades para alcançar o sucesso na colaboração em termos de limitação temporal, com a urgência de prazos, na limitação geográfica, com a preferência por parcerias com universidades locais ou próximas aos laboratórios de pesquisa das firmas (Löf; Broström, 2008). Mowery e Sampat (2004) por sua vez destacam que as principais dificuldades são focadas na cultura organizacional de cada agente, uma vez que as empresas prezam a limitação de informação e o segredo industrial, enquanto os pesquisadores universitários trabalham pela divulgação e publicação dos resultados de suas pesquisas.

É nesse contexto que Tether e Tajar (2008) mostram que a participação em redes de colaboração pode contribuir para expor os atores às idéias novas que possam ter utilidade nas empresas, bem como despertar o interesse por transferências de conhecimento das universidades. A aquisição e comercialização da ciência oriunda das universidades pode ser uma forma de manter-se no ambiente econômico de rápida transformação tecnológica. É possível que uma empresa colabore com um GP de pesquisa de modo a desenvolver um processo novo e com outro grupo, para criar um produto novo que se beneficie das reduções de custo e flexibilidade da produção, oriundas da interação em processo, surgindo assim uma rede de projetos que a princípio não possuem conexões mais ramificadas, mas cujo resultado da interação bilateral (empresa - universidade) leva ao surgimento de uma rede mais densa de interações.

Geralmente, as redes de colaboração são formadas para otimizar a alocação de recursos entre os participantes com o propósito de ser uma alternativa positiva para impulsionar o desempenho inovador das empresas e do país. Porém, o estágio de desenvolvimento delas no Brasil ainda se mostra um tanto frágil quando comparado aos sistemas de inovação nacionais de outros países.

Tais tópicos são centrais para a decisão estratégica do tipo de cooperação adotada. Para elucidar as implicações teóricas da relação entre empresas e universidades, as seções subsequentes proporcionam reflexão dos temas aqui apresentados, a partir da base de dados obtida neste estudo.

2. Fonte de dados e estatísticas descritivas

As informações utilizadas nesse trabalho são provenientes dos GPs do CNPq⁵ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), no qual foram identificados os GPs e suas respectivas ICTs que declararam haver realizado parcerias formais e/ou informais com empresas publicas, privadas e agências ou órgãos de governo no Censo de 2004⁶.

Analisou-se prioritariamente as parcerias entre ICTs e empresas, identificando, posteriormente, os grupos de pesquisa mais relevantes de cada ICT. A colaboração foi identificada a partir da declaração dos GPs sobre as empresas com as quais realizaram interações, o que levou à constituição de uma base de dados composta por informações 2.623 empresas e 193 ICTs, abrangendo 1.663 GPs.

De modo a identificar a localização dessas parcerias, a Tabela 1 oferece informações sobre a distribuição territorial das empresas e ICTs. Há uma concentração relevante tanto das empresas como dos GPs nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, principalmente nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná, que somados possuem 68,9% das empresas, 62,2% dos ICTs e 68,4% dos GPs contidos na base.

5 Inicialmente criou-se uma base de dados com os GPs que declararam algum relacionamento com empresas e outras organizações com 2.151 GPs, no entanto 393 declararam realizar cooperação mas não informaram o nome da empresa, o CNPJ, ou o setor de atuação. Assim sendo, estes GP não foram incluídos na amostra analisada. Outros 95 grupos de pesquisa informaram dados incorretos e também foram excluídos.

6 O GP do CNPq, criado em 1992 e atualizado a cada 2 anos, reúne informações sobre os GPs ativos no país em cada período. As informações disponíveis abrangem: recursos humanos dos grupos, linhas de pesquisa, áreas de conhecimento, setores de atividades, produção científica e tecnológica dos pesquisadores e alunos dos grupos, e padrões de interação com o setor produtivo. Os grupos situam-se em universidades e outras instituições de ensino superior, instituições de pesquisa científica, institutos tecnológicos, laboratórios de P&D de empresas estatais ou ex-estatais, e em organizações não-governamentais que desenvolvem atividades de pesquisa.

TABELA 1. LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS, ICTS E GPS QUE COOPERARAM, BRASIL – 2004

Estado	Empresas		ICTs		GPS	
	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%
SP	798	30,4%	41	21,2%	410	24,7%
RS	312	11,9%	19	9,8%	194	11,7%
RJ	242	9,2%	22	11,4%	166	10%
MG	237	9,00%	24	12,4%	209	12,6%
PR	217	8,3%	14	7,3%	158	9,5%
Demais estados	817	31,1%	73	37,8%	526	31,6%
Total	2.623		193		1.663	

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

No que tange a quantidade de convênios, verifica-se uma distribuição bastante distinta entre empresas, ICTs e GPS; ainda que todas sejam assimétricas à direita. A Tabela 2 a quantidade de cooperações. As empresas, em sua maioria (90,9%), cooperaram em 5 ou menos projetos. Esse fato retrata a média de 3,1 projetos de cooperação por empresa. Já as ICTs têm, em média, 41,9 cooperações cada. A distribuição de projetos por ICT não é tão concentrada, sendo 33,2% destas apresentando 5 ou menos projetos. O número de interações nos GPS está mais disperso, com 60% deles com até três interações e média de 4,9.

TABELA 2. QUANTIDADE DE CONVÊNIOS COOPERATIVOS, BRASIL – 2004

Convênios	Empresas		ICTs		GPS	
	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%
1	1.005	38,3%	20	21,2%	306	24,7%
2	514	19,6%	15	9,8%	315	11,7%
3	680	25,9%	14	11,4%	377	10%
4	120	4,6%	8	12,4%	120	12,6%
5	65	2,5%	7	7,3%	102	9,5%
6 ou mais	239	9,1%	129	37,8%	443	31,6%
Média	3,1		41,9		4,9	
Total	8.078		8.078		8.078	

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

Na Tabela 3 agrupou-se os GPs por suas respectivas ICTs. A Universidade de São Paulo (USP) é a universidade com maior quantidade de GPs (136), os quais realizaram um total de 681 projetos de cooperação - 5 projetos por grupo de pesquisa, em média. Em quantidade de GPs, as nove demais ICTs mais relevantes tem entre 42 (Universidade Federal da Bahia - UFBA) e 67 (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS) grupos de pesquisa, com um quantidade de projetos de cooperação na faixa entre 201 (UFBA) e 383 (Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC). É importante ressaltar, todavia, que a ICT com maior número de projetos por GP (7,8) é a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Somadas, as dez universidades da tabela 3 abrigam 57,8% dos GPs e 42,9% dos projetos de cooperação (3463 projetos).

TABELA 3. ICTS COM MAIOR QUANTIDADE DE GPS E SEUS PROJETOS DE COOPERAÇÃO

Posição	ICT	Qtde. de GPs da ICT	%	Total de Convênios	Convênios GPs
1	USP	136	8,2%	681	5
2	UFRGS	67	4,0%	372	5,6
3	UNESP	64	3,8%	293	4,6
4	UFSC	60	3,6%	383	6,4
5	UFPR	58	3,5%	276	4,8
6	UFMG	55	3,3%	245	4,5
7	UFRJ	54	3,2%	204	3,8
8	UFPE	50	3,0%	273	5,5
9	UFV	43	2,6%	336	7,8
10	UFBA	42	2,5%	201	4,8
	Demais ICTs	1.006	60,5%	4.615	4,8
	Total	1.635		8.078	4,9

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

De modo a compreender as características básicas das parcerias, a Tabela 4 contém a distribuição das empresas agrupadas por seção da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) e dos GPs agrupados pelas grandes áreas do conhecimento utilizadas pelo CNPq, respectivamente. A maioria dos GPs pertence às Engenharias (41,8%), Ciências Agrárias (22,9%) e nas Ciências Exatas e da Terra (13,9%), enquanto as empresas com maior participação pertencem à indústria de transformação (35,9%); atividades profissionais, científicas e técnicas (11,7%); e administração pública, defesa e seguridade social (8,4%).

TABELA 4. ÁREAS DE ATUAÇÃO DAS EMPRESAS E DOS GPS, BRASIL – 2004

Setor das empresas			Grandes Áreas dos GPs		
Setor	Freq.	%	Grande Área	Freq.	%
Indústrias da transformação	2.766	35,9	Engenharias	3.379	2,6
Atividades profissionais, científicas e técnicas	900	11,7	Ciências agrárias	1.847	2,6
Administração pública, defesa e seguridade social	643	8,4	Ciências exatas e da terra	1.121	2,6
Eletricidade e gás	588	7,6	Ciências biológicas	581	2,6
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	437	5,7	Ciências da saúde	539	2,6
Demais setores	2.366	30,7	Demais áreas	611	2,6
Total	7.700*			8.078	

NOTA: *378 empresas não informaram seu setor CNAE.

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

A Tabela 5 explicita a associação entre áreas do conhecimento e setores de atividade econômica. De modo geral, as áreas de Engenharia, Ciências Agrárias e Ciências Exatas e da Terra possuem mais projetos de cooperação do que as demais. A área de Engenharia, por exemplo, abrange 9,9% das cooperações com a indústria da transformação e um percentual superior a 50% para os outros setores selecionados, alcançando a marca de 79% dos projetos de cooperação no setor de comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas; nos demais setores agrupados o percentual médio é de 35,5%. Para a indústria da transformação e para a administração pública, defesa e seguridade social, a área do conhecimento com maior número de cooperações foi a das Ciências Agrárias, com 76,9% e 23,9% dos projetos de cooperação, respectivamente. A área de Ciências Exatas e da Terra é relevante para dois setores destacados: atividades profissionais, técnicas e científicas (26,8%); e eletricidade e gás (18%). Dentre os demais setores agrupados, merece destaque a área de Ciências da Saúde, com 18,9% dos projetos de cooperação.

TABELA 5. RELAÇÃO ENTRE SETORES CNAE E GRANDES ÁREAS DE PESQUISA, BRASIL – 2004

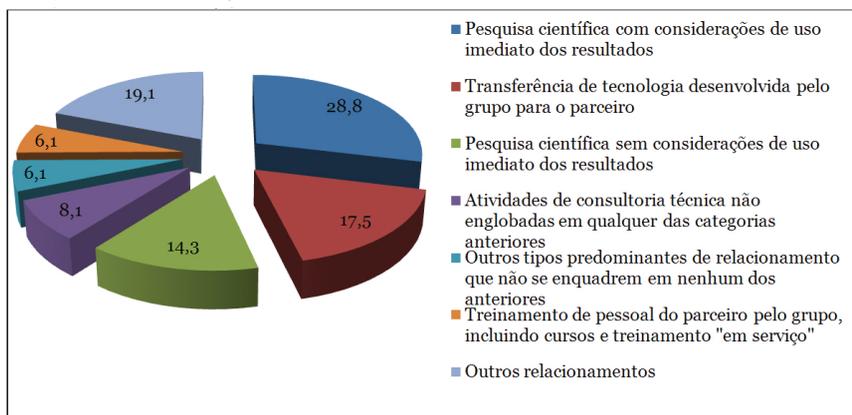
Grande Área	IT	APTC	APDSS	EG	CR-VAM	Demais Setores
Engenharias	9,9%	55,9%	51,8%	51,1%	79,0%	35,5%
Ciências agrárias	76,9%	6,7%	23,9%	12,8%	0,0%	17,3%
Ciências exatas e da terra	3,6%	26,8%	10,3%	18,0%	3,0%	6,5%
Ciências biológicas	8,7%	7,8%	6,1%	10,5%	1,0%	4,8%
Ciências da saúde	0,0%	0,6%	6,3%	0,0%	0,0%	18,9%
Ciências sociais aplicadas	0,6%	0,6%	1,1%	0,0%	8,0%	8,3%
Ciências humanas	0,3	1,7%	0,4%	7,5%	9,0%	7,9%
Linguística	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%

NOTA: IT: Indústria da transformação; APTC: Atividades profissionais, científicas e técnicas; APDSS: Administração pública, defesa e seguridade social; EG: Eletricidade e gás; CRVAM: Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas.

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

A Figura 1 apresenta a natureza dos relacionamentos estabelecidos pelas ICTs brasileiras com empresas e órgãos de governo, no qual constata-se que a pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados (28,8%), transferência de tecnologia pelo grupo para o parceiro (17,5%) e pesquisas científicas sem considerações de uso imediato (14,3%) são os relacionamentos mais frequentes entre os GPs e as empresas e órgãos de governo.

FIGURA 1. GRÁFICO DOS TIPOS DE RELACIONAMENTO MAIS USADOS PELAS ICTS, BRASIL – 2004 (EM %)



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

Em suma, a amostra demonstra interações entre empresas que produzem esforço tecnológico com GPs estabelecidos em universidades ou institutos de pesquisa, situados, principalmente, nas regiões Sudeste e Sul do país. O setor de maior importância para as parcerias é o da indústria de transformação, com mais de um terço das interações. Dentre as grandes áreas do conhecimento, merecem destaque Engenharias; Ciências Agrárias e Ciências Exatas e da Terra. O tipo de projeto mais procurado pelas parcerias é o de pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados.

3. Análise de redes sociais e as redes de cooperação

3.1 Metodologia

A análise de redes sociais (ARS), ou *Social Network Analysis*, utilizada inicialmente nas áreas de sociologia, psicologia social e antropologia, tem sido amplamente aplicada em outras áreas do conhecimento em decorrência da sua generalidade e possibilidade de inferir sobre os perfis de relacionamento (Freeman, 2004; Scott, 2007)⁷. Seu objetivo final é identificar quais são os atores que participam da rede e compreender qual o seu papel num sistema determinado, avaliando seus respectivos relacionamentos e posições na rede.

Simplificadamente, Easley e Kleinberg (2010) definem uma rede como o padrão de interconexões de um conjunto de nós, que são os atores autônomos da rede e são interconectados por elos. Esses atores são as unidades discretas que podem, no caso do presente trabalho, ser representados por organizações do SNI, como empresas e GPs. Dessa forma, o foco da ARS baseia-se nas ligações relacionais ou nos elos entre os empresas e GPs, considerando secundária a análise de seus atributos que são apenas compreendidos em termos de padrões dos relacionamentos (Scott, 2007; Matheus; Silva, 2006).

Embora seja um método que utiliza técnicas analíticas, com a possibilidade de realizar a contagem estatística e quantitativa a respeito das relações, a sua essência é de caráter qualitativo. Os dados são trabalhados em formas matriciais em que as linhas e as colunas compreendem as unidades pesquisadas e as células apresentam informações sobre a ligação entre os pares de atores. Dada a distinção entre o número de empresas e GPs, optou-se pela utilização de uma matriz 2-modos, em que as linhas são formadas pelos GPs e as colunas correspondem às empresas. Além disso, como se trata de número de projetos de colaboração entre os GPs e as empresas e

⁷ Embora tenha ocorrido a popularização da ARS, em especial nas áreas biológicas e exatas, ainda são poucos os estudos com essa metodologia analisando as redes de cooperação universidade-empresa no Brasil. Atualmente é uma técnica muito utilizada para análise das redes sociais na internet, padrões de migração, interações dos atores inovadores de sistemas regionais de inovação, redes de patentes e inventores de subsidiárias e os relacionamentos entre pesquisadores para a elaboração de artigos científicos (Graf, 2011; Graf; Henning, 2009; Yang; Meloche, 2010; João, 2009)

por não captar a indicação da direção dos projetos, a matriz aqui se caracteriza por ser valorada e não direcionada. Ou seja, a representação visual da rede de cooperação será formada por relações não direcionais com opções valoradas em que números elevados indicam mais projetos de colaboração realizados entre empresas e grupos.

Os grafos, conhecidos como sociogramas, fornecem importantes informações quanto à visualização da rede, bem como os atores centrais e aqueles de ligação entre as sub-redes. Dadas as características da matriz aqui construída, espera-se que o formato para as redes seja similar ao apresentado na Figura 2A. Easley e Kleinberg (2010) mostram que a visualização das redes já contém muitas informações sobre a complexidade das relações facilitando o entendimento dela em termos de estrutura típica. É possível existir regiões mais ou menos densas em quantidade de relações. Algumas não apresentam atores ligando as diversas subredes (Periféricas conforme a Figura 2b. Pode haver, também, redes centrais/principais com maior número de ligações e, consequentemente, maiores características de rede - em alguns casos ela impede a desestruturação da rede geral⁸. Além disso, os participantes das redes podem ocupar posições mais centrais ou mais periféricas, formando o padrão de comportamento dos atores na rede.

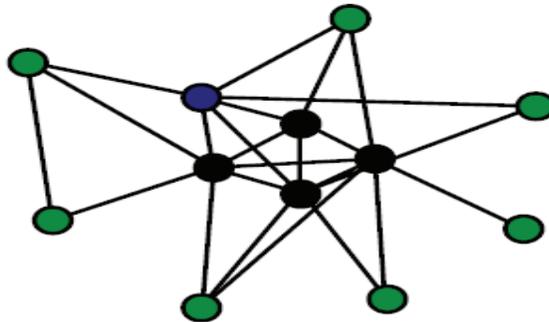
Além da visualização de grafos, algumas medidas quantitativas também são oferecidas por essa técnica para melhor explicar e caracterizar a rede e suas propriedades. Medidas de coesão e centralidade facilitam, respectivamente, a compreensão da estrutura da rede interna e externa. A coesão é formada por um conjunto de medidas que tende a explicar o grau de ligação da rede usando suas formas internas e sempre relacionando a atuação de um participante em relação aos demais atores. Uma rede coesa indica que a remoção de um número restrito de atores da rede pode desconectar todo o grupo. Neste trabalho, são utilizadas medidas como o tamanho da rede e a densidade para caracterizar a relação interna da rede. O tamanho pode ser visto pelo número total de nós e número total de conexões existentes (Okamura, 2008), enquanto a densidade é expressa pela razão do total de conexões existentes e o máximo número de conexões da rede⁹.

8 Entende-se por rede periférica aquela em que alguns nós não alcançam outros participantes da rede formando uma rede fragmentada ou em formato de componentes (Borgatti; Halgin, 2011).

9 A densidade é uma medida do potencial de fluxo de informação em que densidades maiores representam trocas mais intensas de informação entre os atores da rede e uma estrutura de rede mais densa e é expressa pela seguinte fórmula: Densidade = Número de conexões existentes/Número possível de conexões.

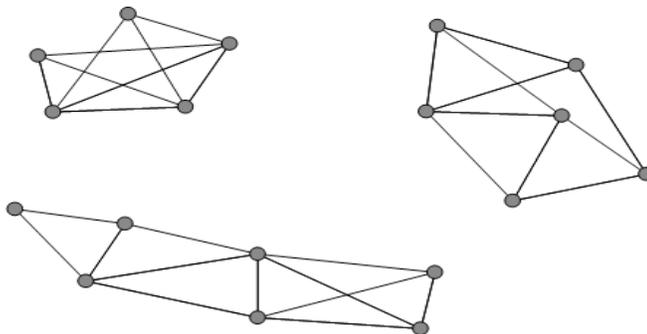
Outra medida interessante de se utilizar é a centralidade, que é um conjunto de medidas externas com o objetivo caracterizar a importância estrutural da posição de um nó na rede, compreendendo medidas de grau de centralidade, proximidade e intervalo (Borgatti *et al.*, 1998; Borgatti, 2009). De modo a facilitar o procedimento quantitativo, optou-se pela utilização da medida de centralidade de intermediação (*betweenness*). A intermediação identifica quais as menores distâncias entre os atores e quais nós atuam como mediadores de informações de grupos distintos. Para o caso da rede total, esta medida é calculada pela média das distâncias geodésicas (menor caminho) entre um ator e todos os demais.

FIGURA 2A. REPRESENTAÇÃO VISUAL DAS REDES SOCIAIS COM RELAÇÃO NÃO DIRECIONAL



FONTE: Borgatti (2009).

FIGURA 2B. VISUALIZAÇÃO DE UMA REDE SOCIAL PERIFÉRICA E FORMADA EM COMPONENTES



FONTE: Borgatti e Halgin (2011).

Borgatti e Halgin (2011) mostram que pode haver um participante de uma sub-rede com poder de intermediar informações entre grupos distintos. Isso ocorre quando um nó faz a conexão entre dois subgrupos da rede. Neste caso, quanto maior o tamanho visual do nó conector, maior será seu poder de intermediação na rede¹⁰. Ou seja, “*a bridging tie is a tie that links a person to someone who is not connected to his or her other friends. The idea is that, through a bridging tie, a person can hear things that are not already circulating among his close friends* (BORGATTI; HALGIN, 2011, p. 4)¹¹. Nesta etapa da pesquisa será utilizado o programa UCINET 6.0, desenvolvido por Borgatti, Everett e Freeman (2002), o qual é frequentemente utilizado para ARS, principalmente devido a sua objetividade e facilidade de uso via dados matriciais¹².

3.2 Análise da rede geral

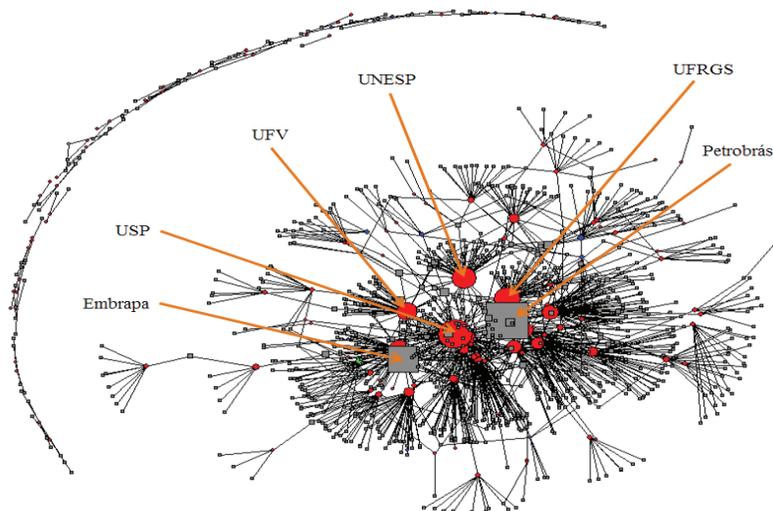
A rede geral de cooperação empresa-ICTs apresenta 3.541 relacionamentos, totalizando 8.078 convênios. Os nós da rede foram classificados em ICTs (193 atores) e empresas (2.623 empresas), totalizando 2.816 nós; uma média de 2,9 ligações por nó. A forma gráfica dessa rede contém um número muito grande de atores, dificultando qualquer tipo de análise. Optou-se, então, por representar somente os atores que estivessem envolvidos em pelo menos 3 parcerias (entendida aqui como relacionamentos). Com essa alteração, o total de ligações passa a ser de 1.298 e o total de nós é de 1.165. A Figura 3 mostra o grafo desta rede, considerando a medida de intermediação calculada - o que facilita a identificação dos nós (atores) mais relevantes. As empresas são representadas por quadrados cinzas; enquanto as ICTs foram subdivididas entre universidades (círculos vermelhos); institutos de pesquisa (círculos azuis); e empresas públicas de pesquisa (círculos verdes). Nota-se a existência de uma rede principal, com grande interação entre os atores; e uma rede secundária, mais fragmentada. É possível perceber, também, que as ICTs se constituem, na maior parte dos casos, os núcleos de cooperação, já que existe um grande número de empresas associados a elas.

10 Além disso, não é necessário que esses atores tenham ligações fortes com os demais atores da rede, já que eles desempenham um papel de intermediação das informações.

11 Uma ligação é considerada fraca quando ocorre casualmente e tende a ser formada por participantes de redes distintas. Além disso, tais ligações podem agir como atalhos para a intermediação de informações de grupos distantes entre si.

12 Os procedimentos de visualização gráfica das redes são realizados pelo programa NetDraw que contém propriedades gráficas avançadas (HUISMAN; DUIJIN, 2005) e é integrado ao UCINET.

FIGURA 3. REDE GERAL DE COOPERAÇÕES ENTRE ICTS E EMPRESAS (3 OU MAIS CONVÊNIOS), BRASIL – 2004



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

Os principais atores da rede (indicados por setas laranjas), de acordo com a medida de intermediação, são todas organizações públicas: a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade do Estado de São Paulo (UNESP) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV); e as empresas Petrobrás¹³ e Embrapa. É digno de nota que a Embrapa é uma empresa cuja atividade-fim é a pesquisa científica e o desenvolvimento de técnicas de produção agropecuárias. Ademais, nota-se que institutos de pesquisa e empresas públicas de pesquisa tem pouca importância na formação da rede, já que apenas as universidades apresentaram maior medida de intermediação dentre as ICTs.

A rede geral da Figura 3 apresenta grau de densidade praticamente nulo e fragmentação de 52,9%. A medida de densidade reflete o potencial da rede, sendo uma relação entre a quantidade de ligações existentes e a quantidade máxima de ligações possíveis. Considerando que cada nó poderia ter ao menos uma ligação com cada um dos outros nós. Como a densidade calculada para a rede é baixa, significa que há um potencial grande para aumento das relações de cooperação entre organizações e ICTs.

13 É uma empresa de capital aberto, mas tem como sócio maioritário o Governo Federal.

A Tabela 6 demonstra os dez principais GPs e empresas da rede. O GP de Caracterização de materiais, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) é o grupo mais ativo, contando com 199 projetos (2,5%) do total. Já a empresa com maior número de projetos é a Embrapa (208 - 2,6% do total). Petrobrás, Cemig, Votorantim e Eletronorte completam a lista das cinco empresas com maior número de projetos de cooperação. Nota-se que apesar da USP ser a maior ICT em número de projetos, não há nenhum GP da universidade entre os dez mais cooperativos¹⁴. Todavia, UFRGS, UFV e UNESP apresentam GPs com participação relativa importante no total de projetos. Apesar de nenhum instituto de pesquisa ser considerado um nó importante no grafo da rede, há dois GPs pertencentes à esta classe de ICTs na tabela: o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e o LACTEC. O primeiro possui 59 projetos de cooperação por meio do GP de Corrosão e degradação; enquanto o último possui 87 projetos de cooperação, 46 deles do GP de caracterização de materiais poliméricos e 41 do GP de Materiais e eletroquímica aplicada.

TABELA 6. PRINCIPAIS PARTICIPANTES DA REDE GERAL: GPS E EMPRESAS, BRASIL – 2004

Nome do GP	ICT	Conv.	%	Empresa	Conv.	%
Caracterização de materiais	UFSCar	199	2,5	Embrapa	208	2,6
Cadastro técnico multifinalitário e gestão territorial	UFSC	83	1,0	Petrobrás	157	1,9
Corrosão e degradação	INT	59	0,7	Cemig	76	0,9
Laboratório de transformação mecânica	UFRGS	51	0,6	Votorantim	56	0,7
Programa de melhoramento da cana-de-açúcar	UFV	47	0,6	Eletronorte	52	0,6
Caracterização de materiais poliméricos	LACTEC	46	0,6	Aracruz celulose	48	0,6
Materiais e eletroquímica aplicada	LACTEC	41	0,5	CHESF	41	0,5
Grupo de sistemas de energia elétrica	PUC-RS	36	0,4	Vale	39	0,5
Tecnologia da saúde	Cefet BA	34	0,4	FINEP	33	0,4
Proteção florestal	UNESP	33	0,4	Cenibra	32	0,4

NOTA: percentuais calculados sobre o total de 8.078 projetos.

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

14 O GP da USP com maior número de parcerias é o de silvicultura e ocupa o 11º lugar entre os GPs com maior número de projetos de parceria (30 projetos).

3.3 Análise de redes por grande área do conhecimento

A fim de aprofundar a análise das redes de cooperação, a rede geral de relações empresas-ICTs foi desagregada por grandes áreas do conhecimento (Engenharias; Ciências Agrárias; Ciências Biológicas; Ciências Exatas; Ciências Sociais Aplicadas; e Ciências Humanas). A rede de Linguística, Letras e Artes não foi representada graficamente por não caracterizar uma rede conexas, tendo apenas nós e ligações isolados. Em função da natureza da informação, merece destaque o caráter mais central das ICTs na intermediação das informações da rede, sobretudo das universidades públicas. Isso ocorre em virtude do grande número de parcerias destas com organizações e pode ser visualizados nos grafos das redes que seguem. A Tabela 7 apresenta a quantidade das medidas de densidade e fragmentação das redes por área, bem com as quantidades de nós e ligações.

A área de Engenharias constitui-se da maior rede, na qual foram identificadas 1.663 ligações, sendo 1.561 na rede principal, constituindo-se na maior, com menor fragmentação tanto na rede geral quanto na rede principal. A rede de Ciências Agrárias apresentou 712 ligações, sendo que 662 se encontram na principal. A rede de Exatas, com as suas 503 ligações (416 na rede principal), completa o conjunto das áreas mais interligadas. Em um estágio intermediário se encontram as redes de Ciências Biológicas, com 308 ligações, das quais 216 estão conectados na rede principal; e a área de Saúde que das 262 ligações possui apenas 135 na rede principal - cerca de metade (242) está na rede periférica. Por fim, em um estágio ainda incipiente em termos de redes de cooperação, com elevada fragmentação se encontram nas áreas de Sociais Aplicadas e Humanas com, respectivamente, 186 (84 na rede principal) e 134 (45 na rede principal) ligações. A área de Linguística, Letras e Artes que sequer formou uma rede conexas.

Em relação à natureza dos relacionamentos em todas as redes (Tabela 8), tanto nas redes principais quanto as periféricas, o item com frequência mais elevada foram das atividades de pesquisa com caráter mais aplicado (pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados). Verificou-se que nas áreas de Engenharias, Agrárias e Exatas este item era acompanhado pela transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro indicando que estas áreas podem estar realizando cooperação mais voltada ao desenvolvimento tecnológico e consequentemente a proposição de soluções para problemas tecnológicos das organizações com as quais as ICTs mantêm relacionamento, uma vez que somente em terceiro lugar surge o desenvolvimento de pesquisa científica sem um uso imediato.

TABELA 7. ESTATÍSTICAS DAS REDES POR ÁREA DO CONHECIMENTO

Grande Área	Rede	Densidade	Fragmentação	Nós	Ligações
Engenharias	Total	1,4%	14,0%	1.315	1.663
	Principal	0,0%	52,9%	1.219	1.561
Agrárias	Total	1,8%	20,1%	649	712
	Principal	0,2%	80,1%	580	662
Exatas e da Terra	Total	1,4%	42,7%	504	503
	Principal	0,2%	85,7%	381	416
Biológicas	Total	1,8%	63,0%	328	308
	Principal	0,2%	90,9%	198	215
Saúde	Total	1,7%	80,2%	304	262
	Principal	0,1%	95,3%	132	135
Sociais Aplicadas	Total	1,9%	86,1%	231	186
	Principal	0,2%	96,8%	83	84
Humanas	Total	2,2%	82,8%	172	134
	Principal	0,2%	98,4%	44	45

NOTA: Rede Principal é a rede com duas ou mais ligações que mantém a rede de cooperação ligada e estável. Valores mais próximos de 100% indicam uma rede mais fragmentada, sem muita coesão. A rede de Engenharia foi construída considerando os nós com 3 ou mais ligações.

FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

Prioritariamente nas áreas de Biológicas, Saúde e Sociais Aplicadas há uma composição levemente diferente da natureza das atividades de parceria, uma vez que após a priorização das atividades de uso imediato a segunda atividade realizada é a pesquisa científica sem uso imediato, indicando que dentro destas áreas há um subconjunto de projetos em parceria que vislumbra atividades de mais longo prazo e, provavelmente, de pesquisas mais próximas à fronteira do conhecimento.

Nota-se também uma existência de padrões dos tipos de cooperação em determinadas áreas. As atividades de Engenharia não rotineira são, evidentemente, mais presentes nas áreas de Engenharias, Agrárias e Exatas; com participação relativa de 7,1%; 4%; e 3,7%; respectivamente, em suas redes principais. Situação similar também ocorre nos convênios de desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo, com participações respectivas para as redes principais das mesmas áreas de 4,3%; 2,6%; e 6,4%.

Alguns outros pontos isolados também são importantes na tabela 8. Na rede periférica da área de Engenharias, o convênio de “outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores tem participação de 13,2%. A área de Ciências Biológicas tem presença importante (23,4%) de pesquisa imediata sem considerações de uso imediato dos resultados em sua rede principal. Todavia, em sua rede secundária são

relevantes os convênios de fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo (11%); e menos importantes as atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores (3,5%). A rede principal de Ciências Sociais Aplicadas apresenta apenas 5,6% de transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro, enquanto a média das áreas, na rede principal, é de 14,2%. Na rede periférica desta área, contudo, é importante a transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo (5,2% dos convênios, enquanto a média das redes periféricas neste quesito é de 3,4%).

De maneira geral, a principal distinção relevante entre os convênios da rede principal e da rede periférica é a maior participação de pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados na primeira. A média das áreas na rede principal para este item é de 31,7%, enquanto na rede periférica é de 26,13%.

No entanto, estas diferenças são todas sutis, o que leva a crer que o perfil da cooperação é bastante similar entre as áreas nos tipos de convênio mais relevantes, contrariando a o senso comum de que em áreas diferentes do conhecimento haveria uma propensão a realização de atividades diferentes. Na verdade o que se constatou foi a intensidade da cooperação (quantidade de convênios), esta sim, conforme já discutido nas seções anteriores, varia fortemente conforme a área do conhecimento.

TABELA 8. PERCENTUAL DE CONVÊNIOS POR ÁREA E TIPO DE CONVÊNIO, BRASIL – 2004

	Engenharias		Agrárias		Exatas		Biológicas		Humanas	
	Pr	Pf	Pr	Pf	Pr	Pf	Pr	Pf	Pr	Pf
Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	27.5	22.2	30.3	26	29.7	23.6	34	31.8	41.7	23.3
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	10.8	12.3	14.8	12.4	15.2	13.7	23.4	19.1	10.7	15.7
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	20.4	20.8	17.3	20.4	16.9	14.3	13.1	12.7	13.1	4.4
Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento em serviço	5.2	3.8	6.4	4.7	4.4	9.3	3.4	3.5	8.3	8.8
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	1.5	2.4	2	3.2	1.9	3.3	2.5	5.2	2.4	3.1
Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento em serviço	1.5	3.3	2	1.8	1.9	3.3	2.5	1.7	2.4	5.7
Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	0.5	0.9	0.6	0.3	0.3	0	0	1.2	0	0.6
Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores	4.7	13.2	5.9	5.1	3.9	6.6	6.2	5.8	7.1	13.2
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	7.1	4.2	4	3.9	3.7	2.2	0.5	3.5	1.2	0
Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	4.3	4.7	4.8	4.4	2.3	3.8	3.2	1.1	0	5.7
Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	9	7.1	7.3	10.2	7.9	12.1	10.3	3.5	13.1	14.5
Desenvolvimento de <i>software</i> não rotineiro para o grupo pelo parceiro	1.6	0	0.8	2.2	2.1	2.7	0.5	0.6	0	1.9
Desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo	4.3	2.4	2.6	4	6.4	3.8	0.5	0	0	3.1
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o Desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo	1.4	2.8	1.1	1.4	3.3	1.1	0	0.6	0	0

TABELA 8 (continuação). PERCENTUAL DE CONVÊNIOS POR ÁREA E TIPO DE CONVÊNIO, BRASIL – 2004

	Saúde		Sociais aplicadas	
	Pr	Pf	Pr	Pf
Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	32.2	28.9	26.6	27.1
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	15.8	16.7	14.7	17.7
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	13	13.4	5.6	9.9
Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento em serviço	2.7	8.5	9.8	7.3
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	3.1	1.6	1.4	5.2
Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento em serviço	3.1	4.9	1.4	4.2
Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	1.4	1.2	0	1
Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadram em nenhum dos anteriores	9.2	5.3	23.8	8.3
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	0	1.6	0.7	1
Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	11.3	4.9	4.9	2.1
Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	7.5	10.2	8.4	13.5
Desenvolvimento de <i>software</i> não rotineiro para o grupo pelo parceiro	0.3	1.2	0.7	1.6
Desenvolvimento de <i>software</i> para o parceiro pelo grupo	0	1.2	2.1	1
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o Desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo	0.3	0.4	0	0

NOTA: Pr representa a rede principal e Pf a rede periférica. A área de Engenharias considera parcerias com pelo menos dois convênios, enquanto as demais áreas consideram a rede sem cortes.

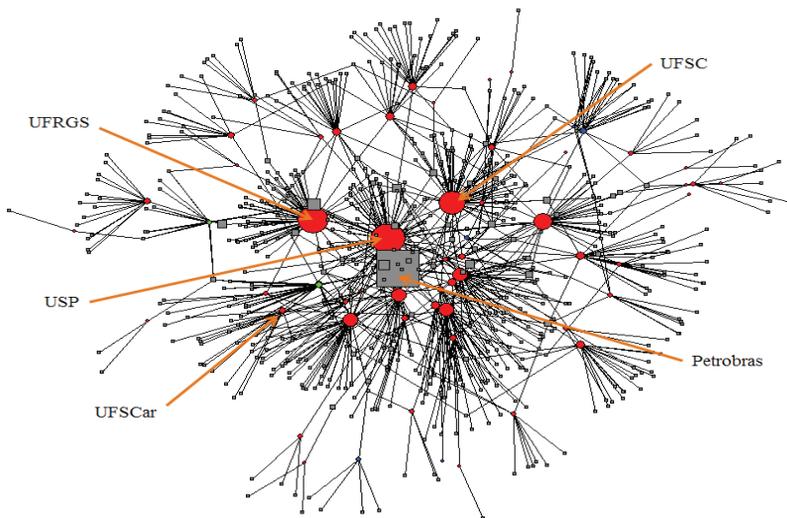
FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.1 Engenharias

A rede das Engenharias é aquela que apresenta maior quantidade de ligações (1.663), sendo sua rede principal composta por 1.219 atores que estabelecem 1.561 ligações. As ICTs que apresentam maior importância na transmissão de conhecimento na rede são a USP (327 convênios com 137 atores); a UFSCar (249 convênios com 225 atores); a UFSC (224 convênios com 92 atores); a UFRGS (208 convênios com 86 atores); e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (141 convênios com 62 atores). As organizações de maior relevância são, respectivamente, a Petrobrás (87 convênios com 22 atores); a Eletronorte (39 convênios com 8 atores); a CEMIG (39 convênios com 9 atores); a CHESF (31 convênios com 5 atores); e a Embraer (31 convênios com 7 atores). O grau de fragmentação para esta rede total é de 14%, enquanto o da rede principal é de 52,9%.

A representação gráfica, considerando todos os atores, tem formato ramificado e complexo para uma rede com pelo menos dois convênios de cooperação; por isso optou-se por apresentar a rede principal considerando a existência de 2 ou mais convênios, segundo a Figura 4. É importante ressaltar que a UFSCar não apresenta medida de intermediação relevante no grafo em função de boa parte de suas parcerias serem unitárias (um convênio por ator). Com exceção da Petrobrás, que é o núcleo mais importante, nota-se que as universidades públicas exercem papel de nucleadoras, conectando a rede.

FIGURA 4. REDE PRINCIPAL DA ÁREA DE ENGENHARIA – 2004



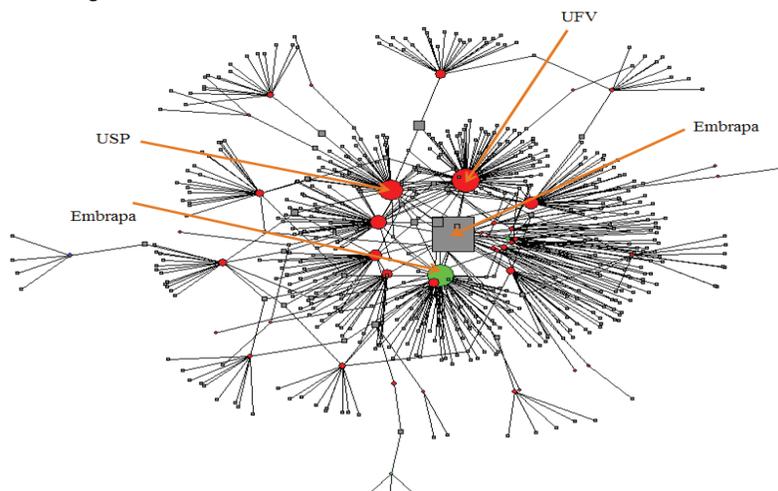
FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.2 Ciências Agrárias

As ciências agrárias apresentam um formato similar ao da rede de Engenharias, com ampla ramificação e os ICTs transmitindo conhecimento ao longo da rede, Segundo a Figura 5. A distinção envolve o ator nucleador principal, que nessa área de conhecimento é a Embrapa, realizando 129 convênios de cooperação com ICTs. Outras empresas relevantes, mas com menor grau de intermediação, são as de papel e celulose (Aracruz Celulose, Cenibra, Suzano Bahia Sul Papel e Celulose, Votorantim Celulose e Papel e Klabin com 42, 29, 25, 24 e 16 projetos respectivamente). Já as ICTs de maior importância são, na seguinte ordem: UFV (137 convênios); USP (140 convênios); UNESP (131 convênios) e UFLA (127 convênios). A Embrapa exerce um papel importante também, já que grupos de pesquisa ora fazem parcerias com empresas.

A rede principal engloba a maior parte dos atores (580) e das ligações (662). A rede periférica, então, contém apenas 10% da do total de nós e 7% do total de ligações. A demanda por tecnologia neste segmento fomentou a aproximação dos atores, o que vai se refletir no estágio de desenvolvimento tecnológico do setor no país que tem apresentado resultados importantes em termos de desempenho tanto no mercado nacional quanto externo. Pelo lado das ICTs a presença destacada de GPs como o Proteção Florestal, C&T da Madeira, Patologia Florestal e C&T de Produtos Florestais com 47, 29, 28 e 27 projetos respectivamente, reforçam a percepção de que a demanda por tecnologia no setor de papel e celulose, que tem atividade exportadora intensiva levou as empresas a buscarem as competências das ICTs nesta área de pesquisa.

FIGURA 5. REDE PRINCIPAL DA ÁREA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – 2004

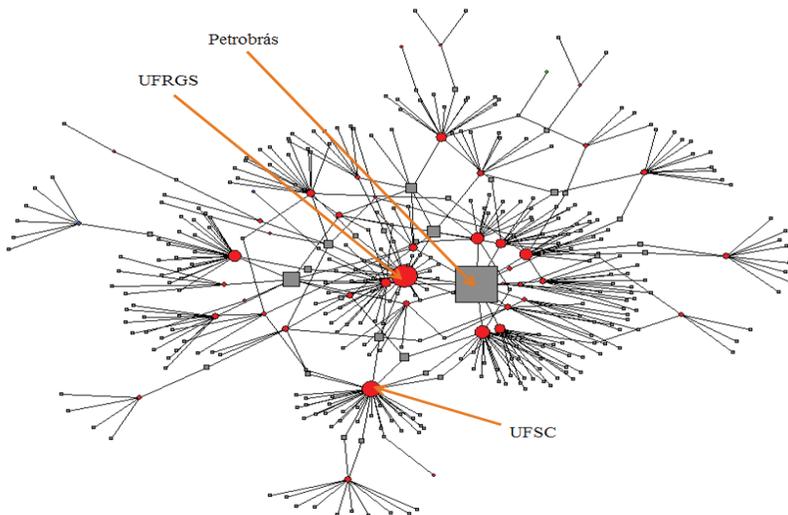


FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.3 Ciências Exatas e da Terra

A área das ciências exatas e da terra apresenta um grafo de rede com formato distinto dos anteriores, dada a fragmentação elevada com maior participação das ICTs na transmissão do conhecimento em razão do papel de nucleadores da rede principal. A rede total abrange 504 atores e 503 ligações, enquanto a principal possui 381 atores e 416 ligações. Seus principais atores são, por parte das organizações, a Petrobras (41 projetos), Embrapa (26 projetos), HP Computadores (25 projetos), CPRM (15 projetos) e Vale (14 projetos). Já entre as ICTs a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (94 convênios) e a UFRGS (72 convênios) atuam como principais transmissores de conhecimento. Outras universidades importantes são Universidade Federal do Paraná (UFPR), a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e USP; com, respectivamente, 63, 49 e 48 convênios.

FIGURA 6. REDE PRINCIPAL DA ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – 2004

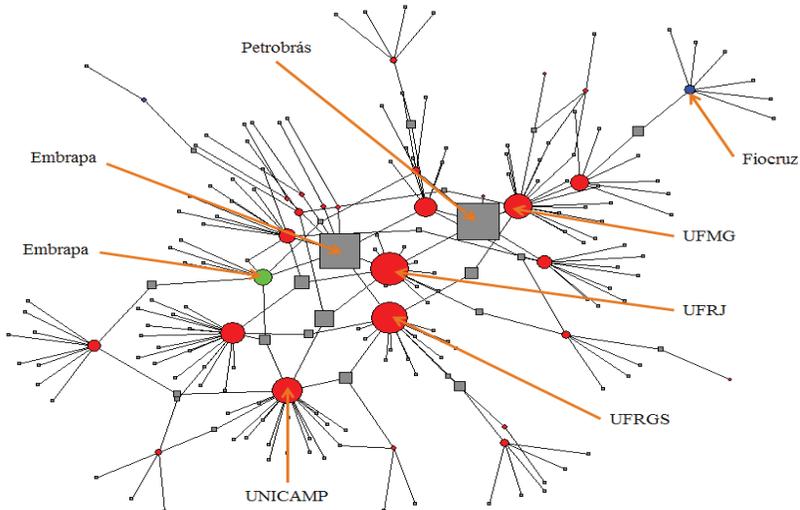


FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.4 Ciências Biológicas

Dentre as principais sub-redes por área do conhecimento, a única que apresenta um instituto de pesquisa (Fiocruz) com medida de intermediação não desprezível na rede principal é a de Ciências Biológicas. A rede mantém o padrão das demais redes, ao ter como organizações nucleadoras a Petrobrás (14 convênios) e a Embrapa (47 convênios). A última também atua como ICT relevante, considerando que seus grupos de pesquisa realizam convênios com outras empresas. Outras organizações destacadas nesta rede são a Copersucar (11 convênios) e Cemig (7 convênios). A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), USP são ICTs importantes, já que possuem, respectivamente, 40, 35, 34 e 34 convênios de cooperação. A rede principal possui 60% dos nós da rede total (198 atores) e 69% das ligações (215 cooperações).

FIGURA 7. REDE PRINCIPAL DA ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – 2004



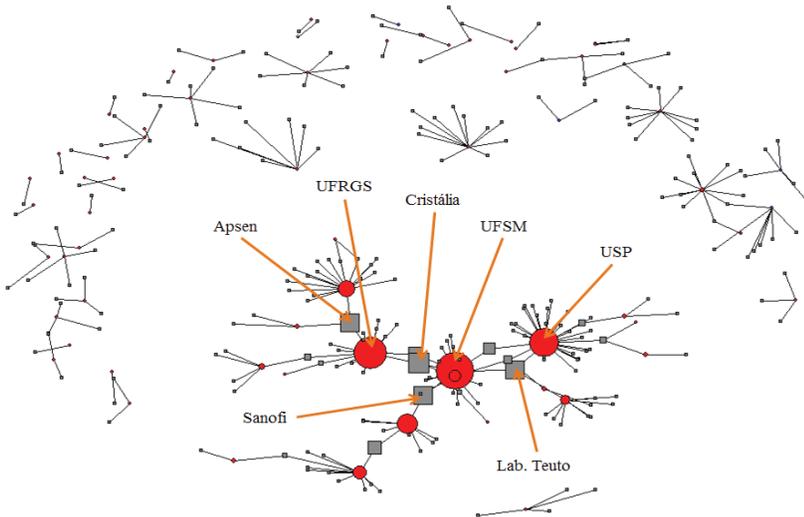
FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.5 Ciências da Saúde

As ICTs USP (63 convênios), Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) (41 convênios), UFPE (40 convênios), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (32 convênios) e Universidade Federal da Bahia (UFBA) (26 convênios) possuem o maior número de projetos de cooperação nesta rede. Observa-se na figura 8, entretanto, que UNIFESP e UFPE não apresentam bom grau de intermediação. Além disso, essa rede apresenta uma participação relevante de organizações do setor farmacêutico (Cristália, Teuto, LAFEPE) e hospitais (Fundação Oswaldo Ramos, HC-FM/USP, Imepen, Hospital Universitário Lauro Wanderley, Fundação Zerbini). A rede completa da área apresenta características marcantes de rede principal e rede periférica. Existe muita dispersão na rede total que é formada por um número expressivo de parcerias isoladas.

Assim, embora a quantidade total de parcerias nesta área do conhecimento seja alta (183 projetos) somente um conjunto muito específico de instituições mantém relacionamentos mais duradouros em termos de quantidade e manutenção dos mesmos parceiros. Por parte das Organizações destacam-se a Fundação Oswaldo Ramos (27 projetos), o Laboratório Cristália (10 projetos), o Laboratório Teuto (8 projetos), e o HC-FMUSP e a Conexão sistemas de próteses ambos com 7 projetos cada.

FIGURA 8. REDE TOTAL DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – 2004

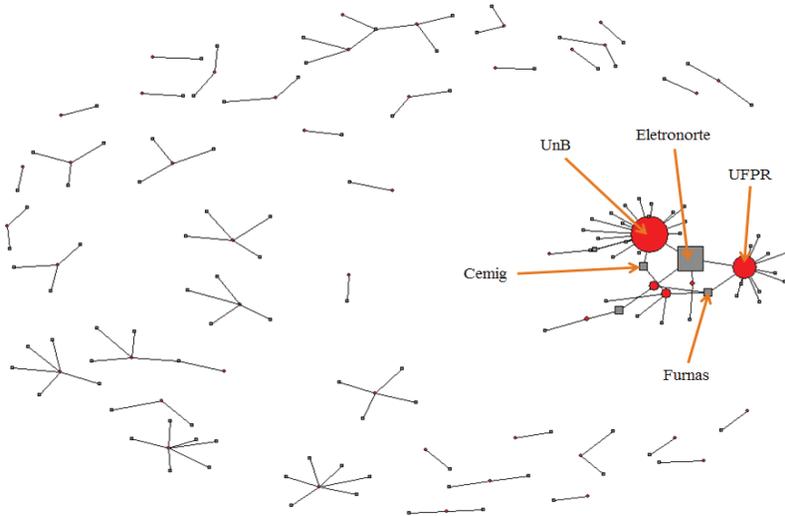


FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.6 Ciências Humanas

A rede apresenta características de rede periférica pulverizada e mesmo a rede principal é constituída por um conjunto pequeno de atores, em que se destacam também quatro organizações que integram a rede: CEF, Eletronorte, CEMIG e FURNAS, que com exceção da CEF são do setor de energia. Estas quatro empresas são responsáveis por 7, 9, 5, 5 projetos em cooperação respectivamente. Notadamente, dentre as ICTs, a UFPR (12 convênios) e a Universidade de Brasília (UNB) (20 convênios) estruturam a rede de ciências humanas enquanto nucleadoras de subredes que formam a rede principal; dentre as organizações, a Eletronorte assume esse papel de intermediadora principal, segundo expresso na Figura 9.

FIGURA 9. REDE TOTAL DA ÁREA DE CIÊNCIAS HUMANAS – 2004



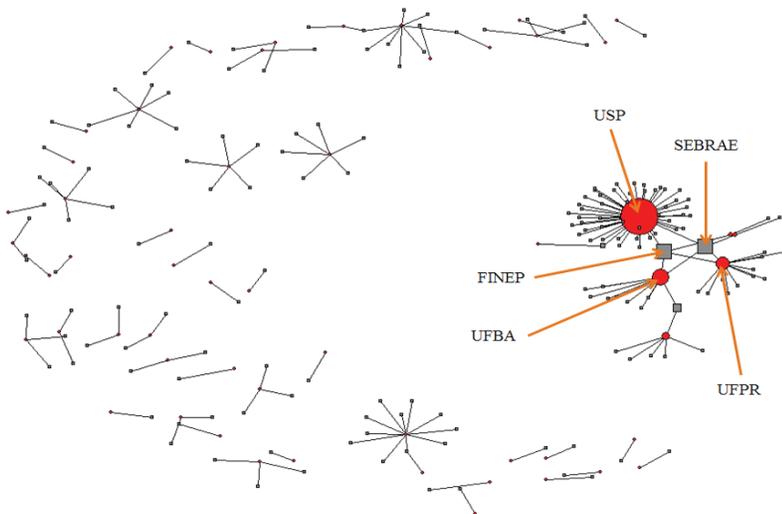
FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

3.3.7 Ciências Sociais Aplicadas

A rede da área de Ciências Sociais Aplicadas possui uma rede principal com destaque, em termos de quantidade de parceria, para a USP, com 68 convênios - mais que o dobro das seguintes ICTs relevantes (UFBA com 31 convênios e UFPR com 30 convênios). Já entre as organizações destacam-se a FINEP e o SEBRAE por participarem no total em 9 e 7 convênios, respectivamente, com 4 atores distintos cada uma delas, desta forma, assumem um papel de intermediadoras das parcerias na rede principal.

Na rede periférica destaca-se a UFPE que nucleia 11 convênios, enquanto as demais ICTs em razão da elevada desagregação, formam subredes isoladas, conforme se observa na Figura 10¹⁵.

FIGURA 10. REDE PRINCIPAL DE CIÊNCIAS DA SOCIAIS APLICADAS – 2004



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004.

15 Na rede de Sociais Aplicadas os GP Centro de Empreendedorismo Social e Administração em Terceiro Setor (28 projetos), Grupo de P&D em Design (24 projetos), Núcleo de Estudos de Arquitetura e Urbanismo (14 projetos) foram os mais atuantes.

3.3.8 Linguística, Letras e Artes

Dentre todas as grandes áreas do conhecimento, a linguística, letras e artes é aquela que apresenta maior grão de dispersão, sem sequer formar uma rede mesmo que fragmentada. Os dois únicos grupos que desenvolvem parcerias com uma certa frequência são o Crítica Textual e Edição de Textos (6 projetos) e o Discurso e Estudos de Tradução (4 projetos), ambos pertencentes a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Mas ainda é um estágio incipiente em termos de cooperação, uma vez que apenas 29 atores foram identificados com participantes de 33 convênios. As empresas que participaram com maior intensidade nesta área, realizaram 3 projetos cada, e são elas a: Relato Serviços de Informática, Nutoth - Pharma Industrial e Comércio, MEDIASOFT, Fundação Iberê Camargo, CIFEFIL, ABRAFIL.

4. Considerações finais

Este artigo traduz um esforço de maior entendimento da interação universidade-empresa no Brasil. A partir da análise dos relacionamentos entre os grupos de pesquisa e suas respectivas ICT (instituições de ciência e tecnologia) e organizações, abrangendo empresas públicas, privadas, agências e órgãos de governo em seus diferentes níveis que realizaram interações formais e/informais. Foi definida como amostra deste estudo as interações dos 1.663 grupos de pesquisa pertencentes a 193 ICTs que interagiram com 2.623 organizações conforme declararam no Censo de 2004. A partir desta amostra foi possível descrever a natureza dos relacionamentos bem com identificar as ICTs e organizações mais atuantes em termos de interação, sua localização e a área de conhecimento em que atuam. Em seguida, mapeou-se a existência de relacionamentos que levaram a formação de redes de parcerias, essa análise foi conduzida empiricamente por meio da estimação de redes sociais (ARS).

O grafo da rede total revelou dois padrões distintos de interação entre as organizações e as ICTs, sendo um fragmentado e outro um pouco mais coeso. Para o conjunto de relacionamentos fragmentado, denominado rede periférica, no qual as interações se dão em sua maioria na forma de pares, com um menor número de conexões, com baixa densidade de inter-relações entre atores. Já a rede principal configura-se como uma rede estável em que as ICTs são os principais conectores entre os atores da rede, com um número médio de interações superior, e com algumas empresas como nós centrais, denotando um padrão de interação que sugere algumas empresas como demandantes das interações com os GPs.

Na rede principal, extraída da rede geral, destacam-se como nucleadoras as organizações Petrobrás e Embrapa. A primeira também é referência nas redes das Engenharias, Ciências Exatas e da Terra e Ciências Biológicas; enquanto a segunda tem papel relevante nas áreas de Ciências Agrárias, Ciências Exatas e da Terra e Ciências Biológicas. As áreas de Ciências da Saúde, Humanas e Sociais Aplicadas têm organizações nucleadoras específicas à área, sendo os convênios identificados na área de Ciências Sociais Aplicadas ligada às áreas de energia.

Já os GPs das ICTs estão mais concentrados nas áreas científicas de engenharias e ciências agrárias e biológicas. A USP é a principal ICT na rede geral e está entre as mais relevantes nucleadoras em 6 das 7 áreas analisadas - tem papel menos expressivo apenas na área de Ciências da Saúde. A UFPE e a UFPR, apesar de apresentarem pouco poder de intermediação na rede geral, são ICTs relevantes em três áreas cada; respectivamente em Ciências Exatas e da Terra, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas; e Ciências Biológicas, da Saúde e Humanas. Universidades que aparecem como nucleadoras ao menos em duas áreas são a UFSC, UFRGS e UFBA.

Com relação à natureza dos relacionamentos de das redes por área do conhecimento, tanto na parte principal quanto na parte periférica, as atividades mais frequentes foram de pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados e transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo ao parceiro. Esses fatos levam a crer que as universidades determinam sua pauta de pesquisa e as organizações buscam seus grupos de pesquisa de interesse para consolidação do convênio. Ademais, padrões menos relevantes no tipo de parceira foram encontrados para algumas áreas do conhecimento, como desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo nas Engenharias, Agrárias e Exatas e da Terra. Pode-se concluir, para a amostra utilizada, que a interação empresa-GPs se estrutura de modo similar na maior parte dos convênios, sendo menores as diferenças do tipo de convênio entre áreas, em razão provavelmente da dinâmica de cada área do conhecimento e do amadurecimento que as ICTs já alcançaram para realizar cooperação.

Ainda assim, há claramente um SNI em processo de consolidação, mas com algum avanço significativo nas áreas de Engenharias, Ciências Agrárias e Ciências Exatas. Encontra-se em processo de amadurecimento as áreas de ciências biológicas, da saúde e ainda incipiente nas áreas de Ciências Sociais Aplicadas, Humanas E Linguística, Letras e artes. Desta forma a intensidade da cooperação, medida pela quantidade de convênios, se altera fortemente conforme a área do conhecimento.

Haja vista que os relacionamentos entre as mesmas instituições, isto é a mesma ICT com a mesma Organização não são frequentes, e que embora algumas ICT sejam as principais nucleadoras nas redes das diferentes áreas

do conhecimento, são interações distintas com múltiplos atores com baixa reincidência nos mesmos relacionamentos. Desta forma, os resultados nos levam a crer que as organizações sejam os demandantes das colaborações e determinem o número de parcerias e suas características.

A natureza dos relacionamentos de cooperação pode ser agrupada em atividades de desenvolvimento tecnológico de curto e médio prazo, muito provavelmente a fim de solucionar problemas tecnológicos destas organizações, o que abrange atividades voltadas para o uso imediato, e atividades de transferência de tecnologia, e um segundo bloco voltado ao desenvolvimento tecnológico de longo prazo, abrangendo atividades sem uso imediato. Embora as ICT apresentem em termos absolutos uma frequência mais elevada e aparenta determinar a pauta de pesquisa, a demanda - entendida pela quantidade de convênios - é dada pelas organizações, que buscam soluções tecnológicas. Este aspecto, todavia, deverá vir a ser investigado em pesquisas futuras, que busquem qualificar melhor a decisão da pauta de pesquisas e das quantidades e tipos de projetos cooperativos estabelecidos.

Referências bibliográficas

- ARVANITIS, S.; KUBLI, U.; WOERTER, M. (2008). "University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises." *Research Policy*, 37; p. 1865-1883.
- BAZZO, K. C.; PORTO, G. S. (2011). "Redes de cooperação da Petrobrás: um mapeamento a partir das patentes." In: DE NEGRI, F. et al. *Análise das parcerias entre a Petrobrás e ICTs no Brasil*. Brasília: IPEA. [no prelo]
- BELDERBOS, R.; CARREE, M.; LOKSHIN, B. (2006). "Complementarity in R&D Cooperation Strategies." *Review of International Organization*, 28; p. 401-426.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard (MA): Analytic Technologies.
- BORGATTI, S. P.; HALGIN, D. (2011). "On Network Theory." *Organization Science*; p. 1-14.
- CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. (2009). "Mode 3 and Quadruple Helix : toward a 21st century fractual innovation ecosytem." *International Journal of Technology Management*, 46(3/4); p. 201-234.
- EASLEY, D.; KLEINBERG, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press.

- ETZKOWITZ, H. (2004). "The evolution of the entrepreneurial university." *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1); p. 64-77.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. (1996). *A Triple Helix of University-industry-government relations*. New York: University of New York.
- FREEMAN, L. C. (2004). *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Vancouver: Empirical Press.
- GEBREKIDAN, D. A.; AWUAH, G. B. (2002). "Interorganizational cooperation: a new view of strategic alliances: the case of Swedish firms in the international market." *Industrial Marketing Management*, 31; p. 679-693.
- GRAF, H. (2011). "Gatekeepers in regional networks of innovators." *Cambridge Journal of Economics*, 35; p. 173-198.
- GRAF, H.; HENNING, T. (2009). "Public Research in Regional Networks of Innovators: a comparative study of four East German Regions." *Regional Studies*, 43 (10); p. 1349-1368.
- HUISMAN, M.; DUIJIN, M. A. J. (2005). "Software for social network analysis." In: CARRINGTON, P. J.; SCOTT, J.; WASSERMAN, S. *Models and methods in social network analysis*. Cambridge University.
- JOÃO, B. N. (2009). "Redes em subsidiárias de multinacionais: um estudo de caso com análise de redes sociais de inventores e patentes." *Revista de Administração Pública*, 43 (5); p. 1037-1066.
- LÖÖF, H.; BROSTRÖM, A. (2008). "Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness?" *Journal of Technological Transfer*, 33; p. 73-90.
- LUDVALL, B. A. (1992). *National Systems of Innovations: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Pub Ltd.
- MATHEUS, R. F. & SILVA, A. B. O. (2006). "Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação." *Revista de Ciência da Informação*, 7(2); p. 1 -29.
- MONJON, S. & WAELBROECK, P. (2003). "Assessing spillovers from universities to firms: evidence from French firm-level data." *International Journal of Industrial Organization*, 21; p. 1255-1270.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. (2004). "Universities in National Innovation Systems." In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. [eds.]. *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- NELSON, R. (1993). *National innovations systems: a comparative analysis*. Nova York: Oxford University.

- NIEDERGASSEL, B.; LEKER, J. (2011). "Different Dimensions of Knowledge in Cooperative R&D Projects of University Scientists." *Technovation*, 31; p. 142-150.
- PORTO, G. S. (2006). *A decisão de cooperação universidade empresa sob a ótica dos líderes de GPs da USP cadastrados no Diretório de Pesquisa do CNPq*. Tese de Livre docência em Administração. Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP/USP).
- RENCHEER, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. New York: Wiley-Interscience.
- SCOTT, J. (2007). *Social network analysis: a handbook*. London: Sage.
- TETHER, B. S. (2002). "Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis." *Research Policy*, 31; p. 947-967.
- TETHER, B. S.; TAJAR, A. (2008). "Beyond industry-university links: sourcing knowledge for innovation from consultants, private research organizations and the public science-base." *Research Policy*, 37; p. 1079-1095.
- TÖDTLINGA, F.; LEHNER, P.; KAUFMANN, A. (2009). "Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions?" *Technovation*, 29; p. 59-71.
- VERGNA, J. R. G. (2007). *Formação e gerência de redes de empresas de construção civil: sistematização de um modelo de atores e recursos para obras de edificações*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- YANG, Z. L.; MELOCHE, J. A. (2010). "Visualization of the Chinese academic web based on social network analysis." *Journal of Information Science*, 36 (2); p. 131-143.

