

Rede de Interações Empresa-Universidade no Brasil: Uma Análise Empírica

Sérgio Kannebley Júnior

Prof. Dr. FEA-RP/USP

Geciane Silveira Porto

Profa. Dra. FEA-RP/USP

Beatriz Selan

Pesquisadora INGTEC

Resumo

Este artigo investiga a interação empresa-universidade no Brasil, utilizando informações reportadas por pesquisa com grupos de pesquisa e empresas identificadas a partir do diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ. A partir do pareamento de interações entre empresas e grupos de pesquisa (GPs) foi definida uma amostra composta por informações de 290 GPs e 143 empresas. Para essa amostra foi conduzida uma análise de redes sociais, em que foi possível identificar dois padrões distintos de interações entre empresas e Gps, que implicaram em distinções no padrão de conectividade entre os atores componentes da rede. A estimação de modelos econométricos permitiram identificar, complementarmente, os diferentes determinantes para a configuração distinta da rede social, bem como do número de interações entre empresas e GPs. Observou-se que a interação entre empresas e os GPs presentes na rede principal é pautada pela transmissão de conhecimento por parte do GPs na forma de serviços tecnológicos, sendo as empresas incentivadas a interagir em razão de fatores legais ou da dinâmica do mercado internacional. Já para a interação entre empresas e GPs na rede de menor grau de conectividade observou-se um padrão que esse padrão que decorre de uma demanda mais particularizada de empresas mais estruturadas em seus departamentos de P&D, que utilizam os recursos dos GPs de modo complementar aos seus próprios esforços para o desenvolvimento de projetos mais específicos à empresa.

Palavras Chave: Mudança Tecnológica, Interação Empresa-Universidade, Análise de Redes Sociais

Códigos JEL: O30, O32, C69

Summary

This paper investigates enterprises-university interaction in Brazil, using survey information reported by research groups and companies identified from the directory of research groups from CNPq. Matching interactions between companies and research groups (RGs), we define a sample with 290 RGs and 143 companies. To this sample was conducted a social network analysis, and it was possible to identify two distinct patterns of interactions between companies and RGs, which have led to distinctions in the pattern of connectivity among the actors of the network. The estimation of econometric models indicate the different determinants for the distinct configuration of the social network, as well as the number of interactions between companies and RGs. It was observed that the interaction between companies and RGs in the network is guided by the transmission of knowledge by the GPs in the form of technology services, with companies encouraged to interact due to legal factors or the dynamics of the international market. In the network with lower degree of connectivity it was observed a pattern of interaction that has arisen from more individualized the demand from companies, with more structured R&D departments, using the RGs resources in a complementary way to their own efforts, to develop more specific projects to the company.

Key Words: Technological Change, Enterprise-University Interaction, Social Network Analysis

JEL Codes: O30, O32, C69

Rede de Interações Empresa-Universidade no Brasil - Uma análise Empírica

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 estimula a cooperação tecnológica entre empresas e universidades.

As interações entre ICT's – instituições de ciência e tecnologia, que abrangem as universidades e institutos de pesquisa; e 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, em decorrência das consequências econômicas da difusão do conhecimento e às distinções entre os dois agentes principais da cooperação.

Assim nesta pesquisa buscou-se analisar as relações de parcerias entre empresas instaladas no Brasil e grupos de pesquisa (GPs) pertencentes a universidades ou institutos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de pesquisa do CNPq, que tenham desenvolvido, ao menos no triênio de 2007 a 2010, 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, e a estimação de modelos econométricos a fim de compreender os determinantes da interação entre empresas e universidades. O universo do estudo resultou do matching entre os 290 GPs e 143 empresas que realizaram projetos de desenvolvimento tecnológico em conjunto.

Além dessa seção introdutória, o trabalho ainda conta mais cinco seções que evidenciam a complementaridade das análises realizadas a respeito das interações entre empresas e os GPs. A seção seguinte discorre sobre os aspectos teóricos da cooperação que subsidiam a pesquisa. A seção 2 apresenta a base de dados e as estatísticas descritivas, com as características das empresas e GPs. A terceira seção apresenta a metodologia de ARS, focando, particularmente, na concepção da rede de cooperação utilizada aqui, e os resultados da estimação da rede social. A apresentação dos modelos econométricos utilizados para explicar as interações está na seção 4, juntamente com a discussão dos resultados fornecidos por esses modelos. Por fim, são tecidas algumas considerações finais sobre o trabalho e possíveis políticas governamentais para incentivar a ampliação da cooperação empresa-universidade no país.

1. Motivações e benefícios da cooperação entre empresas e universidades

O processo de desenvolvimento tecnológico de um país passa pela robustez do seu Sistema Nacional de Inovação (SNI), composto por empresas, outras organizações, instituições de educação ciência e tecnologia, órgãos de governo, com suas respectivas políticas de inovação, que atendem a diferentes demandas dentro de um arcabouço institucional (Nelson (1993); Ludvall (1992). Etzkowitz & Leydesdorff (1996); Etzkowitz (2004) ao analisarem as relações entre os atores do SNI, se dedicaram ao entendimento da dinâmica da cooperação empresa-universidade, propondo o modelo da Hélice Tripla no qual há a evolução das parcerias até o surgimento de redes trilaterais, envolvendo tanto as empresas, quanto as universidades e o governo enquanto organizações independentes, que cooperam para melhor competir, podendo ainda contar com o apoio de organizações híbridas criadas para apoiar esta interface.

Carayannis e Campbell (2009) avançando nesta discussão sugerem a Hélice Quádrupla, que corresponde a adição de uma quarta hélice ao modelo anterior que associa mídia, indústria criativa, cultura de inovação, valor e estilo de vida. Os autores ainda propõem que a estrutura e o processo de conhecimento ocorrem de forma global e local na sociedade, valorizando o pluralismo e a diversidade de

agentes e organizações. Assim, a interação ocorre dentro e entre redes da inovação e clusters de conhecimentos heterogêneos, o que resulta em diversidade do conhecimento.

Embora as motivações que levam as universidades e as empresas enquanto atores do processo de inovação a cooperar sejam distintas, bem como suas características e necessidades, quando optam pela cooperação na base destas parcerias se encontra a necessidade de inovar. Mowery e Sampat (2004) procuram entender a relação entre empresas e universidades utilizando o SNI como cenário de atuação desses atores. Pelo lado das universidades destacam 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, permitindo 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 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).

Pelo lado das universidades, a restrição de recursos públicos ao longo das duas últimas décadas, além de intensificar a competição entre os GPs, motivou a universidade a buscar 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 contribuindo para 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 idéias 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.

Tödting; 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, essa hipótese não se faz efetiva, uma vez que também há resultados que sugerem 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. Embora exista uma busca pela união das competências necessárias dos agentes para atingir os objetivos estabelecidos na parceria (GEBREKIDAN E AWUAH (2002) e 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 alii, 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 (LÖÖF; 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 para suas inovações a fim de ter maiores ganhos, enquanto os pesquisadores universitários necessitam da rápida publicação de seus resultados.

Monjon e Waelbroeck (2003) afirmam que apesar da importância da criação do conhecimento pelas universidades, ainda não se verifica uma difusão dele para as empresas, à exceção das publicações, discussões em congressos e transferências de tecnologia. Sobre a transferência de conhecimento, Tödtling, Lehner e Kaufmann (2009) após extensa revisão da literatura sobre o processo de inovação o classificam conforme a natureza de cada estudo: a) relações informais entre os agentes: mostram como as atitudes comportamentais dos agentes iniciam o processo de inovação de modo informal; b) sistemas de inovação: demonstram que a interação entre os componentes da parceria juntamente com o contexto regulatório incentivam à cooperação e a inovação; c) redes de inovação: indicam que o engajamento dos participantes especifica um determinado tipo de conhecimento ; e d) transbordamento de conhecimento dada a proximidade dos agentes: Os agrupamentos de conhecimento com spillovers entendem que a concentração espacial das empresas e universidades tende a ampliar o transbordamento de idéias que geram inovações e com isso as empresas conseguem internalizar novas idéias.

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 de um *survey* para empresas e outro para GPs identificados a partir do Censo de 2004 do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)¹.

¹ O Diretório de Grupos de Pesquisa 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

Dada a descompatibilização nas taxas de resposta dos questionários e sendo o objetivo analisar prioritariamente o “*matching*” entre empresas e os GPs, a amostra desta pesquisa se constitui das empresas e GPs em que se verificou a existência de pareamento. Esse pareamento foi identificado 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 de 290 GPs e 143 empresas².

O questionário das empresas identifica na primeira parte as características observáveis da empresa, e em seguida mapeia as informações sobre as atividades inovativas e de pesquisa e desenvolvimento (P&D), as fontes de informação e conhecimento, as atividades de colaboração com universidades e institutos de pesquisa³. Já o questionário para universidades é formado por três blocos, em que se parte da identificação dos grupos, para em seguida se concentrar no entendimento das interações com as empresas, oferecendo informações sobre os tipos de relacionamento, resultados e benefícios das colaborações, dificuldades da iniciativa e fontes de financiamento dos projetos. O último bloco levanta os dados do grupo, características do líder e do grupo e seus resultados (número de patentes e de publicações).

Conforme discriminado na tabela 1, 56,7% das empresas e 53,8% do total dos GPs constantes na amostra estão localizados na região Sudeste⁴. Entre estas empresas há forte concentração dos estados de São Paulo (25,2%) e Minas Gerais (27,3%), enquanto que o mesmo ocorre para os GPs, em que a participação desses estados é de, respectivamente, 19,7% e 27,9% no total dos GPs.

Tabela 1 – Localização das empresas e grupos de pesquisa que cooperam.

	Empresas		Grupos de Pesquisa	
	N	%	N	%
MG	39	27.3	81	27.9
SP	36	25.2	57	19.7
RS	17	11.9	29	10.0
SC	9	6.3	21	7.2
PR	7	4.9	20	6.9
RJ	6	4.2	18	6.2
Outros	29	20.3	17	5.9
Total	143		47	16.2
			Total	290

No que tange à quantidade de interações, verifica-se uma distribuição bastante distinta entre empresas e GPs, ainda que ambas sejam fortemente assimétrica à direita. A tabela 2 demonstra que o número de interações dos GPs apresenta uma distribuição com grande concentração (71,7%) em uma interação por GP, enquanto que as empresas apresentam uma distribuição mais dispersa, com 42,7% das empresas com apenas uma interação com GPs, enquanto 40% interagem com três ou mais GPs. Adicionalmente, se observa que apenas 12,7% dos GPs interagem com três ou mais empresas. O número médio de interações dos GPs é de 1,7 interações, enquanto que para as empresas são 2,7 interações.

Tabela 2 – Quantidades de projetos em colaboração entre grupos de pesquisa e empresas

Projetos de cooperações	Grupos de Pesquisa		Empresas	
	N	%	N.	%
1	208	71.7	61	42.66

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.

² Inicialmente criou-se uma base de dados com os GPs que declararam algum relacionamento com empresas e outras organizações para os quais foram enviados questionários referentes à cooperação em 2008. Para este grupo inicial, foram enviados 2151 questionários, sendo que a taxa de retorno foi de 41,4%, desconsiderando aqueles com problemas ou incompletos. Em 2009, foram enviados questionários para as 1688 empresas que tiveram alguma colaboração com GPs que estavam listadas no censo. Destes, apenas 318 questionários foram devolvidos, obtendo-se uma taxa de retorno de 18,8%. Do pareamento destes 1005 GPs e 318 empresas, localizou-se 290 GPs e 143 empresas que haviam realizado cooperação.

³ Entre as características observáveis pode-se citar: o setor industrial à qual a empresa pertence, a razão entre o número de funcionários alocados em atividades de P&D e o número total de funcionários e origem do capital controlador nacional.

⁴ Essa região (composta por São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e Espírito Santo (ES)) concentrava, em 2008, aproximadamente, 56% da riqueza total produzida no país de acordo com dados do IBGE.

2	45	15.5	25	17.48
3	17	5.9	13	9.09
4	6	2.1	11	7.69
Mais de 5	14	4.83	33	23.08
Média	1.69		2.7	
Total	290		143	

Os perfis dos GPs e das empresas são apresentados na tabela 3. Em termos médios, os líderes dos GPs com interação estão estabelecidos no meio acadêmico desde a década de 1990 e seus grupos são compostos por cerca de 14 pesquisadores majoritariamente doutores (54,9%). Por outro lado, as empresas demonstram ser intensivas em P&D, dada a proporção média de funcionários alocados em atividades de P&D relativamente ao total de funcionários (8,1%), e o percentual de empresas com departamento de P&D constituído (73,4%) que realizam P&D continuamente (84,4%). Nessa amostra a maioria das empresas é de capital nacional (74,5%). A interação nos GPs concentram-se em áreas como Engenharia (53%), Ciências Agrárias (25%), Ciências Biológicas (8,7%) e Ciências Exatas e da Terra (8,5%), enquanto que as empresas com interação são em sua maior parte pertencentes à indústria de transformação 2 (46,2%) com setores mais tecnológicos e Outros setores (19,6%), com destaque para a presença de empresas do setor de Eletricidade e Gás (9,1%)⁵.

Tabela 3 – Sumário estatístico do perfil dos GPs de pesquisa e das empresas que realizaram cooperação

GPs			Empresas		
Características	Média	D. P.	Características	Média	D. P.
Número de pesquisadores	13.5	14.3	Pessoal em P&D/PO	8.1%	13.2%
% doutores no grupo	54.9%	82.1%	Capital Nacional (%)	74.5	43.8
Tempo de formação do pesquisador	16.5	8.3	Tem Departamento de P&D	73.4%	44.3%
			Atividade de P&D Contínua	84.4%	36.5%
Ciências Agrárias	25.4%	43.6%			
Ciências Biológicas	8.7%	28.2%	Agricultura e Indústria Extrativa	8.4%	27.8%
Ciências Exatas e da Terra	8.5%	27.9%	Indústria de transformação 1	15.4%	36.2%
Ciências Humanas	0.5%	7.2%	Indústria de transformação 2	46.2%	50.0%
Ciências da Saúde	3.6%	18.6%	Eletricidade e Gás	9.1%	28.8%
Engenharias	53.3%	50.0%	Outros Setores	19.6%	39.8%

A tabela 4 apresenta informações sobre a avaliação dos resultados do relacionamento com empresas, segundo o ponto de vista dos GPs⁶. Em termos gerais a avaliação dos resultados por parte dos GPs é extremamente positiva, conforme pode ser observado nos itens de novos projetos de pesquisa (89,3%), o desenvolvimento de novos produtos e processos (77,2%), formação de RH e estudantes (87,6%), publicações (86,6%), melhoria de produtos e processos industriais (70,7%) e a elaboração de teses (70%).

Tabela 4 – Resultados do relacionamento com empresas a partir da ótica dos GPs - %

	Média (%)	Desvio padrão (%)
Novas descobertas	65.9	47.5
Novos projetos de pesquisa	89.3	31.0
Novos produtos e processos	77.2	42.0
Teses	70.0	45.9
Novas redes de cooperação	50.7	50.1
Formação de RH e Estudantes	87.6	33.0
Publicação	86.6	34.2
Melhoria de produtos e processo industriais	70.7	45.6
Patentes	52.1	50.0

⁵ Utilizou-se a classificação CNAE 2.0 do IBGE para distinguir entre os setores industriais. Dessa forma, em decorrência da distribuição dos setores, procurou-se agrupar as categorias A e B representativas da Agricultura e Indústria Extrativa (CNAE 1 – 9); categoria C foi dividida em Indústria de Transformação 1 (CNAE 10 – 17) e Indústria de Transformação 2 (CNAE 19 – 33) em decorrência da agregação de setores mais tradicionais na primeira categoria e setores mais intensivo em tecnologia na segunda; categoria D, Eletricidade e Gás (CNAE 35), é uma categoria distinta; e as demais categorias foram incluídas em Outros Setores (CNAE 36 – 86).

⁶ Para o cálculo dos percentuais da tabela 4 as respostas foram transformadas em variáveis binárias, em que 1 considera a importante aquele benefício ou resultado para os atores da cooperação, enquanto o zero corresponde ao caso de sem importância. Os percentuais correspondem à proporção de 1's.

Spinoff	21.4	41.1
Softwares e Design	16.6	37.2
Cooperação futura (%)	72.8	44.6

O questionário das empresas é menos denso em informações referentes aos benefícios, dificuldades e resultados da cooperação. Dessa forma, foi utilizado como variáveis representativas dos benefícios da colaboração das universidades o grau de importância atribuída pelas empresas aos resultados, ou recursos, produzidos pelos GPs (tabela 6). Assim, em ordem decrescente de importância, as empresas avaliam como úteis os resultados de pesquisa dos GPs (76,2%), a utilização de laboratórios e os serviços de metrologia fornecidos pelos GPs (68,5%), seguidos pela divulgação de novas técnicas e instrumentos (66,4%) e desenvolvimento de protótipos (49%).

Tabela 6 – Importância atribuída pelas Empresas aos Resultados ou Recursos Produzidos pelos GPs

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
Resultados de pesquisa	76.2	42.7
Protótipos	49.0	50.2
Novas técnicas e instrumentos	66.4	47.4
Laboratórios/Metrologia	68.5	46.6

Em suma, a amostra demonstra interações entre empresas nacionais que produzem intenso esforço tecnológico com GPs estabelecidos em universidades ou institutos de pesquisa, situados, principalmente, na região Sudeste do país. Essa interação ocorre principalmente entre as indústrias de transformação 2 com os GPs das Engenharia e Ciências Agrárias.

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).

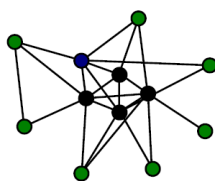
Embora seja um método que utiliza técnicas analíticas, com a possibilidade de realizar a contagem estatística e quantitativa a respeito das relações, a sua essência é de caráter qualitativo. Os dados são trabalhados em formas matriciais em que as linhas e as colunas compreendem as unidades pesquisadas 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 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

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).

cooperação será formada por relações não direcionais com opções valoradas em que números elevados indicam mais projetos de colaboração realizados entre empresas e grupos.

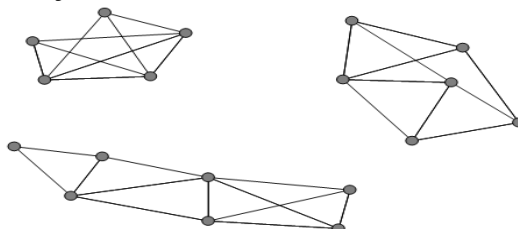
Os grafos, conhecidos como sociogramas, fornecem importantes informações quanto à visualização da rede, bem como os atores centrais e aqueles de ligação entre as sub-redes. Dadas as características da matriz aqui construída, espera-se que o formato esperado para as redes seja similar ao apresentado na figura 1. 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, aquelas que não apresentam um ator ligando as diversas subredes (desconexas conforme a figura 2) ou redes centrais/principais que contêm maior número de ligações e, conseqüentemente, têm 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.



Fonte: Borgatti (2009).

Figura 1 – Representação visual das redes sociais com relação não direcional



Fonte: Borgatti e Halgin (2011).

Figura 2 – Visualização de uma rede social desconexa e formada em componentes

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

⁸ Entende-se por rede desconexa 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:

$$Densidade = \frac{\text{Número Total de conexões existentes}}{\text{Número de grupos} \times \text{Número de Empresas}}$$

medida é calculada pela média das distâncias geodésicas (menor caminho) entre um ator e todos os demais.

Borgatti e Halgin (2011) mostram que um participante de uma sub-rede pode intermediar informações entre grupos distintos que não tem outras formas de conexão unicamente por se relacionar com tais nós. 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 freqüentemente utilizado para ARS, principalmente devido a sua objetividade e facilidade de uso via dados matriciais¹².

3.2. Resultados

Conforme apresentado na seção 2 a rede de cooperação empresa-universidade foco desta pesquisa é composta por 433 atores (290 GPs e 143 empresas), totalizando 386 relacionamentos em um formato circular, fragmentado conforme apresentada na figura 3. É importante esclarecer que as informações disponíveis dizem respeito exclusivamente às parcerias entre os GP e as empresas, uma vez que a base desta pesquisa não dispõe das informações sobre as relações entre Empresas-Empresas ou GPs-GPs, devendo as medidas quantitativas serem interpretadas segundo essa restrição.

A maioria das relações é periférica, centrada em laços unitários de cooperação Empresa-GP. Este tipo de relacionamento não possibilita a formação de uma rede de cooperação estável, além de produzir o formato fragmentado da rede total, em que o lado esquerdo é formado principalmente pelas relações periféricas e simples (com uma empresa e um grupo), enquanto que a subrede do lado direito é formada por um conjunto de relações mais densas com empresas associadas a mais de um GP. Essa característica desconexa e periférica da rede é representada pelas medidas quantitativas de densidade e coesão, cuja densidade da rede total é de apenas 0.9%, indicando um baixo fluxo de informações entre os atores dessa rede e uma ampla fragmentação (86%), conforme a tabela 7¹³.

Tabela 7 – Parâmetros quantitativos das redes de cooperação

	Densidade	Fragmentação	No. Ligações
Rede Total	0.9%	86%	386
Rede Principal	4.9%	26%	189

Nota: Rede Principal é a rede com duas ou mais ligações. Valores mais próximos de 100% indicam uma rede mais fragmentada, sem muita coesão.

A rede principal, destacada na figura 4, apresenta relações com dois, ou mais, convênios de cooperação e utiliza-se da medida de intermediação para indicar os principais atores que “conduzem” informações para mais de um grupo. Ela é formada por 189 ligações de 156 conectores centrais, representando 38,5% do total de relações existentes¹⁴. Ou seja, mais de dois terços das relações de cooperação da rede total são periféricos e de menor importância. Formada por 124 GPs (43% do total da

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.

¹³ Esta rede poderia atingir a quantidade máxima de 41.470 possíveis interações.

¹⁴ São conectores centrais os atores que estão próximos a diversos membros da rede, mantendo comunicação com diferentes subgrupos e impedindo a fragmentação da rede. Esse subconjunto de colaborações foi determinado de acordo com a centralidade de grau (degree centrality) igual a um. Segundo Wasserman e Faust (1994), essa medida mostra que o agente que ocupa a posição mais central é o que tem maior número de cooperações diretas com outros agentes, medindo o grau de participação de cada colaborador da rede de cooperação.

amostra) e 31 empresas (22% do total de empresas na amostra e quase 30% das relações da rede total), a rede principal se distingue da rede completa pelo aumento da densidade, representando assim uma rede coesa e menos fragmentada – em torno de 26% (Tabela 7,8).

É possível perceber que as empresas constituem, na maior parte dos casos, os núcleos de cooperação, já que existe um grande número de GPs associados a elas. É essencial reportar que existem quatro empresas centrais na figura 4 (E17 – Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais), E48 - Eletronorte, E8-Aracruz Celulose e E49- Eletrosul) que recebem o fluxo de diversos GPs, principalmente focados nas áreas de conhecimento das Engenharias e Ciências Agrárias. Além disso, estas firmas apresentam um tamanho maior na figura 4, o que indica que têm um grau de intermediação relativamente maior em razão das menores distâncias a outros atores.

Por outro lado, são quatro os principais GPs (G25 - Caracterização de Materiais Poliméricos (LACTEC), G117 - Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica (UNIFEI), G165 – LRC - Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Descargas Atmosféricas (UFMG) e G227 – Pedologia e Qualidade Ambiental (UFLA)) que transmitem conhecimento entre redes, possibilitando uma relação indireta entre empresas-empresa ou GPs-GPs. Ou seja, constata-se, em termos gerais que os GPs atuam apenas como conectores de várias sub-redes de cooperação, sem que sejam centrais, delineando as empresas como demandantes das interação na medida em determinam quantos convênios serão estabelecidos e quais as suas características

De modo a ilustrar as diferenças entre a parte da rede principal e a rede desconexa (periférica), apresenta-se algumas características observáveis e o grau de importância dos benefícios ou resultados da cooperação para empresas e GPs nas tabelas 8 e 9. É possível perceber que as empresas que participam da rede desconexa, em relação às empresas da rede principal, são menores em tamanho, com média de pessoal ocupado de 172 funcionários, enquanto que as empresas na rede principal têm, em média, 289 funcionários. A rede desconexa é constituída majoritariamente por empresas nacionais (80,4%), dos setores de Indústria de Transformação 2 (54%), e Outros Setores (23%), merecendo destaque a extremamente baixa participação das empresas setor de Eletricidade e Gás (0,9%) rede desconexa. Já a rede principal possui maior proporção de empresas de capital estrangeiro (44%), sendo predominantemente, dos setores de Eletricidade e Gás (35%), Indústria de Transformação 1 (18%) Indústria de Transformação 2 (21%). Interessantemente, a proporção de pessoal ocupado alocado nas áreas de P&D das empresas são inferiores nas empresas da rede principal (4,3%), ao passo que nas empresas fora da rede principal essa proporção é de 9,6%.

As empresas dessa rede desconexa realizaram em média, 1.8 parcerias, enquanto que as empresas na rede principal realizaram, em média, 5.6 interações. No que tange à atribuição de importância aos resultados da interação não se verifica grande diferença nos percentuais médios de atribuição de importância. Os resultados de pesquisa e o uso de laboratórios das universidades são os principais resultados utilizados pelas empresas no seu processo de inovação, para as empresas em ambas as redes. As diferenças mais notórias na geração de resultados estão na geração de Protótipos e desenvolvimento de Novas Técnicas e Instrumentos por parte dos GPs.

Com relação aos GPs percebem que as principais distinções entre aqueles que estão situados na rede principal e na rede desconexa referem-se ao percentual de doutores nos GPs (72 % nos GPs da rede principal, contra 42% nos GPs da rede desconexa) e nas áreas científicas a qual pertencem. Na rede principal observa-se uma maior proporção de GPs em áreas do conhecimento de Engenharias (64%) e Ciências Agrárias (27%). Já na rede desconexa observa-se uma maior dispersão de áreas, com destaque para a presença das áreas de Ciências Agrárias (25%), Engenharias (43%), mas também de Ciências Exatas e da Terra (15,1%) e Ciências da Saúde (7,2%).

Os GPs da rede desconexa tem, em média, 1.6 interações, enquanto que os GPs da rede principal apresentam, em média 1.9 interações, não havendo, portanto, diferença sensível nesse número médio de interações. Entretanto, no que diz respeito aos resultados da interação com as empresas percebe-se que os GPs na rede principal obtém, em termos gerais resultados mais satisfatórios da cooperação do que os grupos fora dessa rede. Merece destaque os resultados na produção de Teses (81 % nos GPs da rede principal, contra 57% nos GPs da rede desconexa), Publicação (100% nos GPs da rede principal, contra

76% nos GPs da rede desconexa) e Software e Design (22 % nos GPS da rede principal, contra 13% nos GPs da rede desconexa).

Figura 3 - Rede de cooperação total entre GPs e empresas

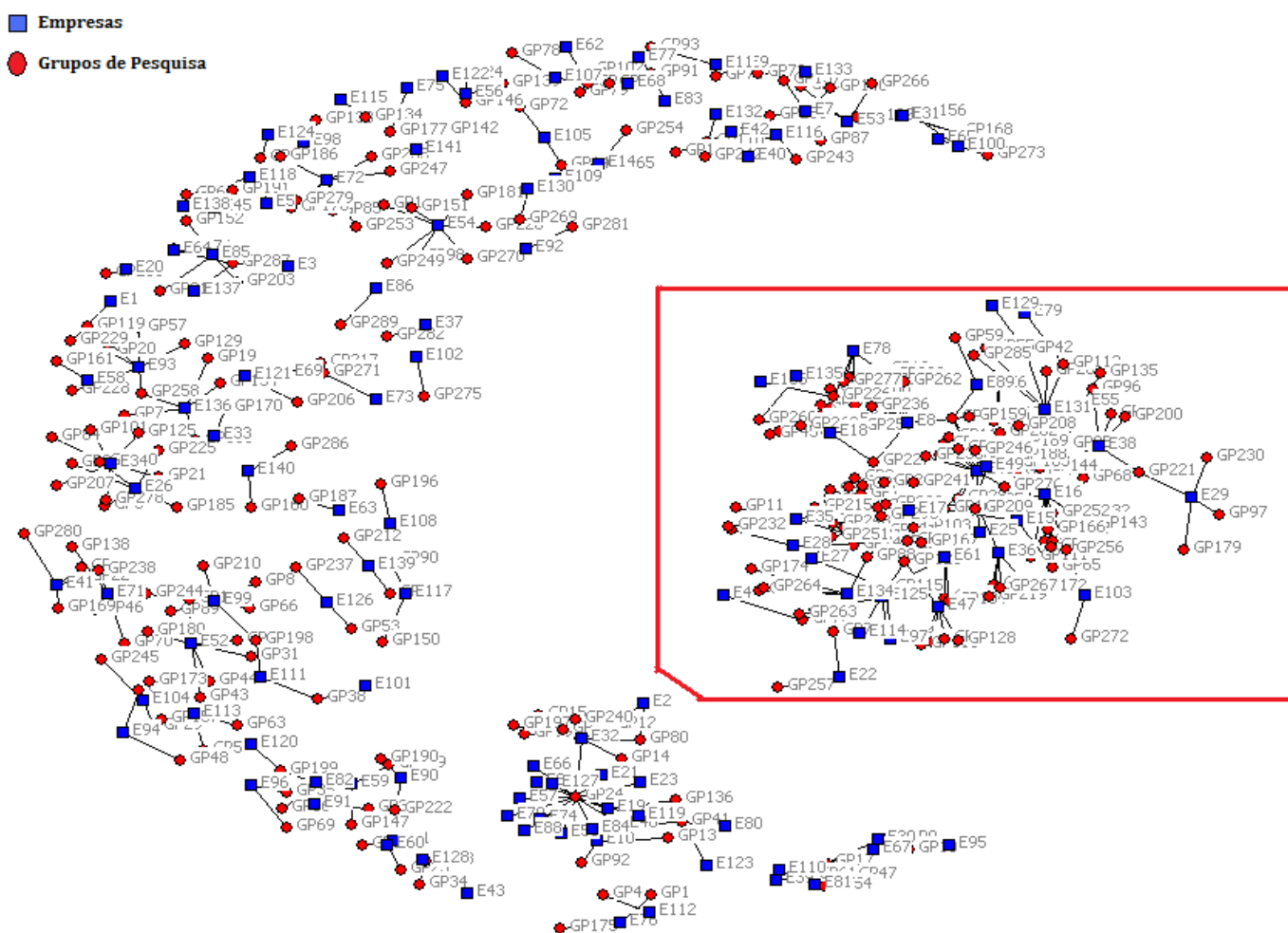


Tabela 8 – Características e resultados de cooperação para as empresas da rede principal

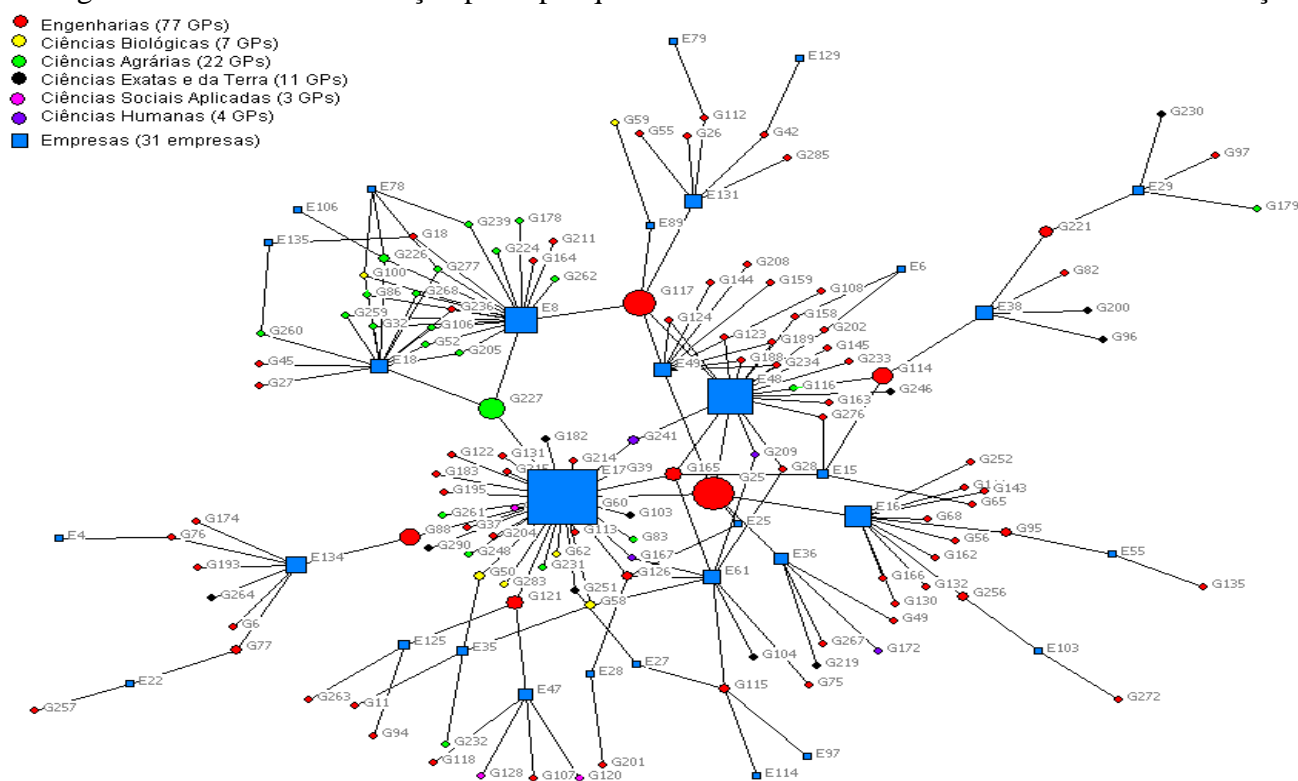
	Rede Principal		Rede Desconexa	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Agricultura e Indústria Extrativa	14.7%	35.9%	6.4%	24.6%
Indústria de Transformação 1	17.6%	38.7%	14.7%	35.6%
Indústria de Transformação 2	20.6%	41.0%	54.1%	50.1%
Eletricidade e Gás	35.3%	48.5%	0.9%	9.6%
Outros Setores	8.8%	28.8%	22.9%	42.2%
Quantidade de cooperação	5.6	6.5	1.8	1.6
Capital Nacional (%)	55.9%	50.4%	80.4%	39.9%
Pessoal Ocupado	288.9	8.44	172.0	6.8
PO em P&D	4.3%	10.8%	9.6%	13.9%
Resultados	(%)	(%)	(%)	(%)
Resultados de Pesquisa	79.4%	41.0%	75.2%	43.4%
Protótipos	55.9%	50.4%	46.8%	50.1%
Novas Técnicas	76.5%	43.1%	63.3%	48.4%
Laboratórios	67.6%	47.5%	68.8%	46.5%

Tabela 9 – Características e resultados de cooperação para os GPs da rede principal

	Rede Principal		Rede Desconexa	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Número de pesquisadores	14.8	18	12.5	10.8

% doutores	72.3%	76.7%	42.0%	83.9%
Ano de pesquisa	16.3	7.5	16.6	8.8
Qtde de cooperação	1.9	2.1	1.6	1.7
Ciências Agrárias	26.6%	44.4%	25.3%	43.6%
Ciências Biológicas	6.5%	24.7%	9.6%	29.6%
Ciências Exatas e da Terra	1.6%	12.6%	15.1%	35.9%
Ciências Humanas	1.6%	12.6%	-	-
Ciências da Saúde	-	-	7.2%	26.0%
Engenharias	63.7%	48.3%	42.8%	49.6%
Resultados	(%)	(%)	(%)	(%)
Publicação	100	-	76.5	42.5
Novos projetos de pesquisa	95.2	21.5	84.9	35.9
Formação de RH e Estudantes	86.3	34.5	88.6	31.9
Teses	80.6	39.7	57.2	49.6
Novos produtos e processos	77.4	42	77.1	42.1
Melhoria de produtos e processos industriais	75	43.5	67.5	47
Novas descobertas científicas	66.1	47.5	65.7	47.6
Patentes	59.7	49.3	46.4	50
Novas redes de cooperação	55.6	49.9	47	50.1
Softwares e Design	21.8	41.4	12.7	33.3
Spin-offs	16.9	37.7	24.7	43.3

Figura 4 – Rede de colaboração principal que mantém a rede unida com medida de intermediação



Em suma, as indicações da rede de colaboração aqui descritas mostram que existem dois tipos de redes de cooperação, sendo uma desfragmentada e outra coesa, em que cada uma delas apresenta uma empresa como o principal ator nucleador. Essa última observação leva a crer que as empresas sejam os demandantes das colaborações e determinem o número de parcerias e suas características (seja em termos de complementaridade das atividades desenvolvidas pelas firmas, seja pela busca de soluções de problemas tecnológicos), enquanto os GPs tendem a se revelar como atores secundários que são procurados pelas empresas de modo a realizarem projetos de parceria. Além disso, é possível perceber que a participação na rede principal exige uma atuação maior das colaborações, com mais projetos sendo

desenvolvidos e com características que são mais similares ao conceito de rede de cooperação. A seção seguinte apresenta resultados de modelos econométricos que exploram essas indicações fornecidas pela estimação das redes.

4. Análise Econométrica

4.1. Modelos Econométricos

A fim de melhor compreender os determinantes das interações entre universidades e empresas, reportadas na estimação da rede, foi conduzida uma análise econométrica para dois tipos de variáveis dependentes: a) A participação (1), ou não (0), da empresa/GP na rede principal, Y_j , com $j = E, G$ e b) O número de interações de projetos colaborativos das empresas e dos GPs, Q_j , com $j = E, G$.

Para a variável dependente Y_j foram conduzidas estimações de modelos logit, enquanto que para a variável dependente de quantidade foram estimados modelos de contagem binomial não negativo¹⁵. Dada a natureza das questões apresentadas nos *surveys*, as estimações não têm pretensões de estabelecer relações causais, mas sim de correlações que auxiliem na compreensão dos diversos fatores associados da interação empresa-GPs. Sendo assim, para a predição das variáveis dependentes foram estimadas funções gerais dadas por:

$$\begin{aligned} Y_j &= F_{Y_j}(Z_{1j}Z_{2j}, Z_{3j}) \\ Q_j &= F_{Q_j}(Z_{1j}Z_{2j}, Z_{3j}) \end{aligned}$$

em que os vetores de regressores são:

Z_{1j} : características observáveis para empresas e GPs.

Z_{2j} : razões, ou tipos, da cooperação para as empresas e para as GPs, conforme exposto no quadro 1;

Z_{3j} : importância dos benefícios, ou resultados, da cooperação para as empresas e para as GPs, conforme exposto no quadro 2.

O vetor de características observáveis das empresas, Z_{1E} , é composto pelo logaritmo do total do pessoal ocupado (PO) nas empresas, o percentual do pessoal total ocupado alocado na área de P&D, uma variável *dummy* indicativa para a origem do capital, em que 1 representa a empresa de capital de origem nacional, além de variáveis *dummies* para setores econômicos agrupados em Agricultura e Indústria Extrativa, Indústria de Transformação 1, Indústria de Transformação 2, Eletricidade e Gás e Outros Setores. Já o vetor de características observáveis para os GPs, Z_{1G} , contém o ano de doutoramento do pesquisador, o número total de pesquisadores no GP, o percentual de doutores no grupo, variáveis *dummies* para as regiões de localização dos GPs e das grandes áreas de conhecimento (Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas, Ciências da Saúde e Engenharias).

Devido a não simetria dos questionários aplicados às empresas e às universidades, o conjunto de razões difere quantitativa e qualitativamente, dizendo respeito às particularidades de cada agente. Devido à ampla diversidade de itens e do caráter ordinal da designação para o grau de importância dos objetivos, é possível que eles apresentem forte correlação, o que dificulta a estimação dos modelos em razão da presença de forte colinearidade entre as variáveis. A fim de reduzir a dimensão desses itens e problema de multicolinearidade, utilizou-se a técnica estatística de análise de componentes principais (PCA) de modo a encontrar variáveis sintéticas que apresentassem correspondência com os itens apresentados no quadro 1 e 2¹⁶.

Na análise de componentes principais para as razões de cooperação para as empresas, ou tipos de interações para os GPs, foram considerados os três primeiros autovetores, correspondentes aos três

¹⁵ Dadas as evidências fornecidas pela análise descritiva foi possível identificar o problema de sobredispersão na contagem da quantidade de interações entre empresas e universidades, que justificou a utilização de um modelo de contagem negativo binomial para as quantidades de cooperação das empresas. É importante destacar na tentativa de modelos de contagem com truncagem não foi possível obter a convergência dos mesmos.

¹⁶ A análise de componente principal é uma técnica estatística para redução de itens em grupos artificiais menores. Essa redução da dimensão dos dados procura manter o máximo possível da variação original, sendo os novos grupos combinações lineares não correlacionadas às medidas anteriores (RENCHE, 2002).

maiores autovalores, para cada grupo de itens das empresas e das universidades. Esses autovalores estão apresentados, respectivamente, nas tabelas 1.A e 2.A em apêndice. Interpretações acerca dos componentes principais são possíveis por meio da utilização da correlação do componente com cada um dos itens que se usa como base para a redução¹⁷.

Quadro 1 – Razões/Tipos de interações para as empresas e para as universidades

Empresas (Z_{2E})	Grupos de Pesquisa (Z_{2G})
Transferência de tecnologia da Universidade	Testes para padronização /atividades de
Buscar conselhos de cunho tecnológico ou consultoria com pesquisadores	Avaliações técnicas, estudos de viabilidade,
Aumentar a habilidade da empresa para encontrar e absorver informações	Serviços de engenharia
Conseguir informações sobre engenheiros ou cientistas e/ou tendências de	Consultoria
Contratar pesquisas complementares, necessárias para as atividades	Treinamento e cursos
Contratar pesquisas que a empresa não pode realizar	Intercâmbio nas empresas
Fazer, o mais cedo possível, contatos com estudantes universitários de	Transferência de tecnologia (licenciamento)
Utilizar recursos disponíveis nas universidades e laboratórios de pesquisa	Projetos de P&D em colaboração com a
Realizar testes necessários para produtos e processos da empresa	Projetos de P&D em colaboração com

Quadro 2 – Importância dos benefícios e/ou resultados da cooperação para empresas e para GPs¹⁸

Empresas (Z_{3E})	Grupos de Pesquisa (Z_{3G})
1. Resultados de Pesquisas	1. Novas descobertas científicas
	2. Novos projetos de pesquisa
	3. Novos produtos e artefatos
2. Protótipos	4. Novos processos industriais
	5. Melhoria de produtos industriais
	6. Melhoria de processos industriais
3. Novas técnicas e instrumentos	7. Formação de RH e estudantes
	8. Teses e dissertações
	9. Publicações
4. Laboratórios / Metrologia	10. Patentes
	11. Software
	12. Design
	13. Criação de novas empresas spin-offs

Os três primeiros componentes para o caso das empresas são responsáveis pela explicação de mais de 65% da variância acumulada da amostra. O primeiro componente (fe1) descreve uma média ponderada de todos os objetivos, em que estão priorizados as razões relativas à utilização de conhecimento gerado na universidade como, transferência de tecnologia da universidade, busca por conselhos de cunho tecnológico ou consultoria para solução de problemas, aumento da habilidade da empresa em encontrar e absorver informações tecnológicas e científicas. Pela sua natureza ortogonal, o segundo componente das empresas (fe2) tem correlação negativa com os itens destacados no primeiro autovetor e prioriza a contratação de pesquisas, utilização de recursos das universidades e laboratórios de pesquisa e a realização de testes necessários para produtos e processos da empresa. Já o terceiro componente (fe3) é correlacionado de forma positiva à transferência de tecnologia da universidade e assessoria tecnológica, enquanto é negativamente correlacionado à contratação de pesquisas complementares.

De modo similar, a PCA dos tipos de interação dos GPs permitiu a construção de três componentes, discriminados na tabela 2.A em apêndice, que respondem por mais de 60% da variância acumulada dos itens. O primeiro componente (fgp1) representa um conhecimento mais usual de ser utilizado pelas empresas, voltado para a consultoria tecnológica, já que apresenta relação positiva com testes para padronização, avaliações técnicas, serviços de engenharia e consultorias. O segundo componente (fgp2), ortogonal ao anterior, tem um caráter mais intensivo em conhecimento já que as

¹⁷ A fórmula de correlação do componente com o item é $r_{y_i, x_k} = \frac{e_{k,i} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{s_{kk}}}$ em que r_{y_i, x_k} é o coeficiente de correlação entre o vetor y_i e a variável x_k , $e_{k,i}$ é o coeficiente do autovetor i , correspondente à variável x_k , λ_i é o i -ésimo autovalor, e s_{kk} é a variância do item x_k .

¹⁸ Todas essas variáveis foram transformadas para formas binárias, em que 1 considera a importância daquele benefício ou resultado para os atores da cooperação, enquanto o zero corresponde ao caso de não importância.

relações positivas com projetos de P&D com resultados de uso imediato, transferência de tecnologia, avaliações técnicas e intercâmbio nas empresas. O terceiro componente (fgp3) apresenta correlação negativa com os itens de testes padronizados e avaliações técnicas, porém positiva com projetos de P&D sem resultados de uso imediato.

Por fim, a tabela 3.A em apêndice discrimina os componentes principais dos benefícios da cooperação para os GPs, indicando quatro componentes que respondem por 68,2% da variância acumulada da amostra. O primeiro componente (fr1) apresenta uma relação positiva com todos os itens, principalmente os itens relativos às novas descobertas científicas, novos projetos de pesquisa e novos produtos e processos industriais. O componente 2 (fr2), ortogonal ao anterior, tem como característica além da presença de novas descobertas e novos projetos de pesquisa a busca pelo melhoramento da sua rede de contatos pela formação de RH e pelo reconhecimento das suas descobertas, seja por meio da elaboração de novas teses e dissertações, seja pelo aumento da publicação do grupo. O terceiro componente (fr3) é basicamente um reflexo negativo das características apontadas pelo componente 1 – como novas descobertas científicas, novos projetos de pesquisa, novos produtos e artefatos e novos processos industriais. Já o último componente, fr4, correlaciona-se positivamente com novas descobertas e novos projetos de pesquisa, e negativamente com a formação de RH e estudantes.

4.2. Resultados

Na tabela 12 são apresentados os resultados do modelo *logit* para a participação das empresas na rede principal. Os efeitos marginais apresentados na tabela revelam que o tamanho da firma e o fato de pertencer ao setor de Eletricidade e Gás elevam a probabilidade da empresa participar da rede principal. Por outro lado, pertencer ao setor de transformação 2 reduz a chance de participar da rede principal. No que concerne aos tipos de interação com os GPs, a probabilidade da empresa participar da rede principal está positivamente associada ao componente principal 2, fe2, que prioriza a *contratação de pesquisas, utilização de recursos das universidades e laboratórios de pesquisa e a realização de testes necessários para produtos e processos da empresa*. Esses resultados permitem a interpretação de que os principais determinantes para as empresas cooperarem de modo mais denso com as universidades e institutos de pesquisa estariam relacionados às próprias características das empresas e suas necessidades específicas relacionadas aos serviços tecnológicos disponibilizados pelos GPs.

Tabela 12 – Modelo *Logit* - Empresas na rede principal

	Modelo Logit		Efeito Marginal		
	Coef.	z	dy/dx	z	
Capital Nacional (%)	-0.970	-1.39	-0.110	-1.11	
Tamanho da firma (ln)	0.977	4.6	0.091	3.69	***
Pd/Po	0.507	0.18	0.047	0.18	
Eletricidade e Gás	3.442	3.27	0.649	3.33	***
Indústria de Transformação 2	-2.031	-2.48	-0.190	-2.29	**
Agricultura e Indústria Extrativa	-0.005	0	0.000	0	
fe1	-0.280	-1.16	-0.026	-1.08	
fe2	0.662	2.05	0.061	2.18	**
fe3	-0.068	-0.24	-0.006	-0.24	
Resultados de pesquisa	-1.472	-1.46	-0.186	-1.14	
Protótipos	-0.038	-0.05	-0.004	-0.05	
Novas técnicas e instrumentos	0.009	0.01	0.001	0.01	
Laboratórios/Metrologia	-0.855	-1.03	-0.090	-0.9	
Constante	-4.725	-2.97			***
N. Observações	139				
Probabilidade	10.3%				
Log pseudolikelihood	-37.75				
Pseudo R2	0.504				
Prob > chi2	0.000				

Nota: *** significante a 1%, ** significante a 5%, * significante a 10%.

Os modelos de contagem não negativo binomial para a quantidade de interações das empresas são apresentados na tabela 13, que contem as estimações para toda amostra, para as empresas que não participam da rede principal ($Y_E = 0$) e que participam da rede principal ($Y_E = 1$).

Os resultados para a amostra completa demonstram que empresas maiores, de capital estrangeiro ou misto, com maior intensidade de P&D e pertencentes ao setor de Eletricidade e Gás explicam a maior quantidade de interações com GPs de universidade ou institutos de pesquisa. Por outro lado, empresas que pertencem aos setores de Agricultura e Indústria Extrativa, relativamente às empresas da Indústria de Transformação 1, têm um número de interações significativamente inferior à média de interações. Ainda que seja bastante possível que os coeficientes estimados nesses modelos apresentem forte viés de endogeneidade em razão do tipo de instrumento de pesquisa utilizado, é ilustrativo notar, por exemplo, o interesse nos resultados de pesquisa produzidos pelos GPs aumentam em aproximadamente 40% o número de interações produzidas entre empresas e GPs e que no sentido inverso, a produção de protótipos reduz em 36,4% esse número¹⁹. Quando se observam os resultados para as empresas não participantes, e participantes, da rede principal percebe-se que a distinção referente à origem do capital somente é estatisticamente significativa para as empresas participantes da rede principal, mas que por outro lado, o tamanho se correlaciona significativamente com o número de interações das empresas não participantes da rede principal. Em contrapartida, a maior participação do pessoal alocado na área de P&D define um padrão superior para o número de interações, como pode ser percebido pela significância estatística dessa variável no modelo para as empresas que participam da rede principal.

No que tange aos tipos de cooperação ou aos resultados da interação é interessante observar a distinção no padrão das correlações apresentadas nos modelos para as empresas participantes e não participantes da rede principal. Inicialmente, lembrando que as empresas não participantes da rede principal apresentam um número médio inferior de interações, é possível interpretar a associação negativa do número de interações e o fator principal 2, fe2, como empresas que não demandam esse tipo de interação e o nível médio de interações inferior com os GPs, conforme já destacado no modelo logit. Também é demonstrado uma associação positiva com o número de interações com os GPs para as empresas não participantes da rede principal com os resultados das pesquisas, e com a disponibilidade de laboratórios e uma relação negativa com protótipos, enquanto que para as empresas participantes da rede principal os resultados das pesquisas e as novas técnicas de pesquisa produzidos pelos GPs guardam correlação positiva com o número de interações.

Tabela 13 – Modelos de contagem para a quantidade de cooperação das empresas

Quantidade de cooperação das empresas	Amostra Completa			Amostra $Y_E = 0$			Amostra $Y_E = 1$		
	Coef.	z		Coef.	z		Coef.	z	
Capital Nacional (%)	-0.453	-3.22	***	-0.173	-1.03		-0.771	-3.28	***
Tamanho da firma (ln)	0.185	5.5	***	0.139	4.01	***	0.183	1.97	**
Pd/Po	0.949	2.01	**	0.854	1.64		2.009	2.36	**
Eletricidade e Gás	0.776	2.87	***	-0.617	-2.63	***	0.767	2.52	**
Indústria de Transformação 2	-0.174	-1.14		-0.065	-0.41		-0.330	-1.07	
Agricultura e Indústria Extrativa	-0.411	-2.34	**	-0.285	-1.68	*	-1.482	-1.84	*
fe1	0.023	0.46		0.032	0.56		0.183	1.77	
fe2	-0.037	-0.69		-0.132	-1.9	*	-0.071	-0.54	
fe3	-0.056	-0.91		-0.039	-0.64		-0.032	-0.3	
Resultados de pesquisa	0.414	2.69	***	0.528	3.15	***	0.407	1.35	
Protótipos	-0.364	-2.78	***	-0.267	-1.88	*	-0.503	-1.74	*
Novas técnicas e instrumentos	0.225	1.16		0.097	0.47		1.027	3.58	***
Laboratórios/Metrologia	0.230	1.2		0.381	1.93	*	-0.494	-1.67	*
Constante	-0.443	-1.46		-0.679	-2	**	-0.241	-0.28	
Alpha	0.161			0.000			0.157		
N. Obs.	139			106			33		
Log pseudolikelihood	-248.362			-157.525			-75.773		
Prob > chi2	0.00			0.00			0.00		

Nota: *** significativa a 1%, ** significativa a 5%, * significativa a 10%.

¹⁹ A interpretação do coeficiente está sendo realizada por meio da expressão $\frac{\partial E(y|x)}{\partial x_j} = \hat{\beta}_j \bar{y}$.

Os resultados do modelo *logit* para a participação dos GPs na rede principal estão apresentados na tabela 14, cujos efeitos marginais indicam que estão positivamente correlacionados à probabilidade do GP participar da rede principal de interações o tamanho do GP, seu percentual de doutores, as distinções segundos as áreas científicas. Quanto ao efeito regional, somente se verifica uma associação negativa com relação aos grupos localizados na região sul do país.

No que tange aos tipos de interações realizadas por parte dos GPs apresenta correlação positiva o fator principal 1, fgp1, representando tipicamente serviços de consultoria tecnológica, e com componente principal 3, fgp3, que está positivamente associado a projetos de P&D sem resultados de uso imediato. Já o segundo componente, fgp2, que possui um caráter mais intensivo em conhecimento, porém de uso mais imediato, apresenta correlação negativa com a probabilidade do GP participar da rede principal. Guardam também correlação positiva com a probabilidade de participação do GP na rede os componentes principais fr2 e fr4, ambos associados aos resultados de novas descobertas científicas e projetos de pesquisa, sendo o primeiro também associado à formação discente e publicações.

Tabela 14 – Modelo *Logit* - GPs na rede principal

	Modelo <i>Logit</i>			Efeito Marginal		
	Coef.	z		dy/dx	z	
Anos de pesquisa	0.015	0.6		0.003	0.6	
% doutores no grupo	0.872	2.3	**	0.194	2.3	**
Nº pesquisadores	0.034	2.2	**	0.008	2.2	**
Engenharias	5.588	4.1	***	0.849	9.6	***
Ciências Agrárias	4.559	3.8	***	0.797	9.1	***
Ciências Biológicas	3.416	2.7	***	0.646	5.8	***
Ciências Exatas e da Terra	1.694	1.1		0.400	1.3	
Região Sudeste	0.139	0.3		0.031	0.3	
Região Centro-oeste	0.088	0.1		0.020	0.1	
Região Sul	-1.024	-1.6		-0.203	-1.9	*
fg1	0.322	2.3	**	0.072	2.3	**
fg2	-0.772	-3.2	***	-0.172	-3.1	***
fg3	1.086	5.7	***	0.242	5.8	***
fr1	-0.039	-0.2		-0.009	-0.2	
fr2	1.020	6.0	***	0.227	5.8	***
fr3	-0.120	-0.5		-0.027	-0.5	
fr4	0.543	3.1	***	0.121	3.0	***
Constant	-6.329	-4.1		0.003	0.6	
N. Obs.	261					
Probabilidade	33.4%					
Log pseudolikelihood	-102.61					
Pseudo R2	0.423					
Prob > chi2	0.000					

Nota: *** significante a 1%, ** significante a 5%, * significante a 10%.

Os resultados dos modelos de contagem, apresentados na tabela 15, devem ser entendidos apenas como complementares àqueles apresentados pela estimação do modelo *logit*, já que a quantidade de interações dos GPs possui grande concentração em uma interação, assemelhando-se a uma variável binária. Sendo assim, o modelo para a amostra completa demonstra a correlação positiva entre o tamanho do grupo de pesquisa, o percentual de doutores, além da localização na região sudeste com o número de interações com empresas. As demais correlações, significantes estatisticamente somente em um nível de significância de 10%, são negativas para os componentes principais 1 e 3, fr1 e fr3, dos benefícios das interações. Ou seja, os GPs com maior número de interações não tem como resultados novos projetos de pesquisa, resultados científicos ou o desenvolvimento de novos, ou aperfeiçoamento de processos ou produtos, expresso pelo componente fr1, ou o desenvolvimento de design, elaboração de teses ou formação de recursos humanos, expresso pelo componente fr3. Entretanto, é interessante notar a fragilidade desse resultado já que o mesmo não se verifica para as amostras compostas pelos GPs pertencentes, e não pertencentes, à rede principal. Conforme é possível perceber nos modelos distintos pela participação, ou não na rede principal, em concordância com os resultados do modelo *logit*, verifica-

se uma correlação positiva entre o número de interações dos GPs da rede principal com o componente fr2, e negativa, com os GPs não participantes dessa rede. Esses modelos demonstram, entretanto, que para cada amostra a área científica não é uma variável correlacionada com o número de interações. Porém, interessante, no modelo para os GPs da rede principal a idade de pesquisa do líder do grupo se associa positivamente com o número de interações, o que ressalta a importância da reputação ou produtividade em pesquisa do mesmo na capacidade de obter um maior número de interações do seu GP.

Tabela 15 – Modelos de contagem para a quantidade de cooperação dos GPs

Quantidade de cooperação dos GPs	Amostra Completa		Amostra $Y_G=0$		Amostra $Y_G=1$	
	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	Z
Anos de pesquisa	-0.002	-0.2	-0.008	-1.0	0.026	1.7 *
% doutores no grupo	0.125	2.4 **	0.080	1.4	-0.028	-0.2
Nº pesquisadores	0.014	3.2 ***	0.004	0.8	0.010	1.0
Engenharias	0.370	1.6	0.124	0.6	1.253	1.3
Ciências Agrárias	0.240	1.1	0.032	0.1	1.230	1.4
Ciências Biológicas	-0.344	-1.8 *	-0.194	-0.8	0.212	0.2
Ciências Exatas e da Terra	0.279	1.0	0.286	1.1	0.039	0.0
Região Sudeste	0.418	3.5 ***	0.375	2.3 **	0.618	2.1 **
Região Centro-oeste	0.511	1.8	0.599	1.8 *	0.415	1.3
Região Sul	0.052	0.3	0.051	0.3	0.510	1.7 *
fg1	0.069	1.5	0.067	0.9	0.052	0.9
fg2	-0.001	0.0	0.052	0.8	-0.166	-2.3
fg3	0.047	0.9	0.029	0.5	0.177	1.8 *
fr1	-0.072	-1.7 *	-0.030	-1.0	-0.056	-0.8
fr2	0.058	0.9	-0.112	-1.9 *	0.199	2.1 **
fr3	-0.086	-1.7 *	-0.043	-0.6	-0.045	-0.5
fr4	-0.117	-1.5	-0.072	-0.8	-0.109	-0.9
Constante	-0.325	-1.3	0.033	0.2	-1.791	-1.4
Alpha	0.114		0.039		0.127	
N. Obs	261		150		111	
Log pseudolikelihood	-394.40		-205.93		-175.34	
Prob > chi2	0.007		0.000		0.000	

Nota: *** significante a 1%, ** significante a 5%, * significante a 10%.

Considerações Finais

Este artigo traduz um esforço de maior entendimento da interação empresa-universidade no Brasil. A partir da condução de pesquisa com grupos de pesquisa e empresas que realizaram interações foi definida uma amostra composta por informações de 290 GPs e 143 empresas. A definição desse pareamento permitiu uma análise do padrão de interações realizadas por essa amostra, bem como dos fatores determinantes e característicos dessa interação. Essa análise foi conduzida empiricamente por meio da estimação de redes sociais, sendo complementada pela estimação de modelos econométricos.

A estimação da rede social revelou dois padrões distintos de interação entre empresas e GPs. A primeira forma de interação é representada pela rede desconexa, em que as interações se dão em sua maioria na forma de pares, com um menor número de conexões mais complexas e de inter-relações entre atores. Já na rede principal configura-se como uma rede estável em que as empresas são os principais conectores entre os atores da rede, com um número médio de interações bastante superior por parte das empresas, denotando um padrão de interação que sugere as empresas como demandantes das interações com os GPs.

Em termos de características dos participantes das redes é possível observar distinções claras entre os participantes das redes principal e desconexa. As empresas da rede desconexa são relativamente menores, com maior proporção de empresas de capital nacional, pertencentes a setores de maior intensidade tecnológica e com maior proporção de pessoal alocado nas áreas de P&D. A contrapartida dos GPs que interagem com essas empresas são grupos com menor percentual de doutores, mas com maior dispersão de áreas de conhecimento, ainda que se observe a predominância das áreas de Ciências Agrárias e de Engenharias nos GPs de ambas as redes. Já na rede principal encontram-se empresas maiores, com

maior percentual de empresas de capital estrangeiro, porém mais fortemente concentradas nos setores de Energia e Gás e setores da Indústria de Transformação de baixa intensidade tecnológica. Em contrapartida, os GPs possuem uma maior proporção de doutores, e mais concentrados nas áreas científicas de Engenharias e Ciências Agrárias.

Observou-se também dois padrões de interações entre empresas e GPs nas duas redes. É possível perceber que a participação na rede principal exige uma atuação maior das colaboradoras, com mais projetos sendo desenvolvidos e com características que são mais similares ao conceito de rede de cooperação. Observa-se a existência de uma complementariedade em termos tecnológicos entre as empresas e os GPs da rede principal, que privilegia, por parte das empresas, a contratação de pesquisas, utilização de recursos das universidades e laboratórios de pesquisa e a realização de testes necessários para produtos e processos da empresa. Os resultados da interação de maior interesse das empresas da rede principal são o aproveitamento de novas técnicas e instrumentos desenvolvidos pelos GPs. Nesse sentido percebe-se que os GPs atuam como provedores de infra-estrutura tecnológica, transferindo conhecimento na forma de serviços tecnológicos, ou trabalhando em projetos de P&D sem utilização imediata. A contrapartida, em termos de benefícios para os GPs, está associada à novas descobertas científicas e projetos de pesquisa, à formação discente e publicações científicas.

Para as empresas participantes da rede desconexa observa-se uma correlação positiva entre o número de interações e o tamanho das empresas. Observa-se também que essas empresas tem mais interesse nos resultados imediatos de pesquisa desenvolvidos pelos GPs, além da utilização de seus laboratórios e serviços de metrologia. Ou seja, esse padrão de interação sugere que essas empresas estão mais estruturadas em seus departamentos de P&D, utilizando os recursos dos GPs de modo complementar aos seus próprios esforços. A forma de interação ganha contornos mais particulares na medida em que a interação decorre de desenvolvimento de projetos mais específicos à empresa.

É importante atentar que a maior concentração setorial presente nas empresas da rede principal, e que explicam a maior interação entre empresas e GPs na rede principal, tem como fator motivador duas causas distintas. A primeira é a obrigatoriedade legal (Lei no 9.991, de 24 de julho de 2000 – ANEEL) das empresas do setor de Energia e Gás de aplicarem, anualmente, um percentual mínimo de sua receita operacional líquida em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, estimulando, conseqüentemente a interação empresa-GP. A outra distinção setorial se dá em razão da presença de grandes empresas de setores pertencentes ao setor de Papel e Celulose, atuantes no mercado internacional, que estimula o aprimoramento da qualidade dos produtos e o desenvolvimento de novas variedades.

Sendo assim, o que esse trabalho permite concluir para a amostra analisada é que a interação empresa-GPs se estrutura de modo distinto em razão dos incentivos trazidos, ou pela lei, ou pelos mercados de atuação das empresas. Ademais, ocorre de modo distinto devido à estruturação das empresas de seus departamentos de pesquisa e desenvolvimento, revelando diferentes objetivos de utilização dos recursos e conhecimento fornecidos pelas universidades e institutos de pesquisa.

Referências Bibliográficas

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

- EASLEY, D.; KLEINBERG, J. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press. 774p. 2010.
- ETZKOWITZ, H. The evolution of the entrepreneurial university. *International Journal of Technology and Globalisation*, v. 1, n. 1, 2004.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. *A Triple Helix of University-industry-government relations*. New York: University of New York, 1996.
- FREEMAN, L.C. *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Vancouver; North Charleston: Empirical Press: BookSurge, 2004. 205 p.
- GEBREKIDAN, D.A.; AWUAH, G.B. Interorganizational cooperation: a new view of strategic alliances: the case of Swedish firms in the international market. *Industrial Marketing Management*, New York, 31: 679-693, 2002.
- GRAF, H. Gatekeepers in regional networks of innovators. *Cambridge Journal of Economics*. V. 35, pp. 173-198, 2011.
- GRAF, H.; HENNING, T. Public Research in Regional Networks of Innovators: a comparative study of four East German Regions. *Regional Studies*. v. 43, n. 10, pp. 1349-1368, 2009.
- HUISMAN, M.; DUIJIN, M.A.J. Software for social network analysis. In: CARRINGTON, P.J.; SCOTT, J.; WASSERMAN, S. *Models and methods in social network analysis*. Cambridge: Cambridge University, 2005, p. 248-269.
- JOÃO, B.N. Redes em subsidiárias de multinacionais: um estudo de caso com análise de redes sociais de inventores e patentes. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro. 43 (5): 1037-1066, set./out., 2009.
- LÖÖF, H.; BROSTRÖM, A. Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness? *Journal of Technological Transfer*. 33:73-90, 2008.
- LUDVALL, B.A. *National Systems of Innovations: towards a theory of innovation and interactive learning*. London, 1992.
- MATHEUS, R. F.; SILVA, A. B. O. Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação. *DataGramaZero: Revista de Ciência da Informação*, v.7, n.2, p. 1 -29, abr. 2006.
- MONJON, S.; WAELBROECK, P. Assessing spillovers from universities to firms: evidence from French firm-level data. *International Journal of Industrial Organization*. 21: 1255-1270, 2003.
- MOWERY, D.C.; SAMPAT, B. Universities in National Innovation Systems. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R.R. (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, October, 2004.
- NELSON, R. National innovations systems: a comparative analysis. Nova York, Oxford:Oxford University, 1993.
- NIEDERGASSEL, B.; LEKER, J. Different Dimensions of Knowledge in Cooperative R&D Projects of University Scientists. *Technovation*, Vol. 31, pp. 142-150, 2011.
- PORTO, G.S. *A decisão de cooperação universidade empresa sob a ótica dos líderes de GPs da USP cadastrados no Diretório de Pesquisa do CNPq*. 2006. 188f. Tese (Tese de Livre docência em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.
- RENCHER, A.C. *Methods of Multivariate Analysis*. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 2002.
- SCOTT, J. *Social network analysis: a handbook*. London: Sage, 2007.
- TETHER, B. S. Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. *Research Policy*, Sussex, 31: 947-967, 2002.
- TETHER, B.S.; TAJAR, A. Beyond industry-university links: sourcing knowledge for innovation from consultants, private research organizations and the public science-base. *Research Policy*, Sussex, 37: 1079-1095, 2008.
- TÖDTLINGA, F.; LEHNER, P.; KAUFMANN, A. Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29: 59-71, 2009.
- VERGNA, J. R. G. *Formação e gerência de redes de empresas de construção civil: sistematização de um modelo de atores e recursos para obras de edificações*. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- YANG, Z.L.; MELOCHE, J.A. Visualization of the Chinese academic web based on social network analysis. *Journal of Information Science*. 36 (2): 131-143, 2010.

Apêndice A

Tabela 1.A – Análise de Componente Principal – Razões da colaboração da empresa com Universidades e/ou Institutos de Pesquisa

Comp.	Autovalor	Proporção	Variáveis	Comp1	Corr.	Comp2	Corr.	Comp3	Corr.
1	4.338	0.434	Transferência de tecnologia da Universidade	0.330	0.585	-0.300	-0.531	0.203	0.360
2	1.325	0.133	Buscar conselhos de cunho tecnológico ou consultoria com pesquisadores e/ou professores para a	0.342	0.187	-0.199	-0.109	0.314	0.172
3	1.002	0.100	Aumentar a habilidade da empresa para encontrar e absorver informações tecnológicas	0.341	0.146	-0.297	-0.127	0.217	0.093
4	0.845	0.085	Conseguir informações sobre engenheiros ou cientistas e/ou tendências de P&D nas áreas	0.337	0.122	-0.315	-0.114	-0.164	-0.059
5	0.592	0.059	Contratar pesquisas complementares, necessárias para as atividades inovativas da empresa, em	0.313	0.072	0.054	0.012	-0.574	-0.132
6	0.463	0.046	Contratar pesquisas que a empresa não pode realizar	0.326	0.057	0.292	0.051	-0.393	-0.068
7	0.424	0.042	Fazer, o mais cedo possível, contatos com estudantes universitários de excelência para futuro	0.281	0.050	-0.320	-0.057	-0.190	-0.034
8	0.385	0.039	Utilizar recursos disponíveis nas universidades e laboratórios de pesquisa	0.329	0.056	0.370	0.063	0.029	0.005
9	0.356	0.036	Realizar testes necessários para produtos e processos da empresa	0.291	0.042	0.500	0.073	0.091	0.013
10	0.269	0.027	Receber ajuda no controle de qualidade.	0.262	0.033	0.325	0.040	0.507	0.063
N	143	N. de comp.	10	Traco	10				

Tabela 2.A – Análise de Componente Principal – Grau de importância dos objetivos da colaboração para GPs

Comp.	Autovalor	Proporção	Variáveis	Comp1	Corr.	Comp2	Corr.	Comp3	Corr.
1	4.249	0.386	Testes para padronização /atividades de certificação da qualidade	0.483	0.862	-0.036	-0.064	-0.089	-0.158
2	1.501	0.137	Avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos	0.353	0.239	0.232	0.157	-0.345	-0.234
3	0.965	0.088	Serviços de engenharia	0.485	0.212	-0.096	-0.042	0.115	0.050
4	0.840	0.076	Consultoria	0.475	0.204	-0.159	-0.068	0.130	0.056
5	0.670	0.061	Treinamento e cursos	0.326	0.105	0.104	0.033	0.031	0.010
6	0.626	0.057	Intercâmbio nas empresas	0.236	0.068	0.372	0.108	-0.101	-0.029
7	0.548	0.050	Transferência de tecnologia (licenciamento)	-0.089	-0.023	0.574	0.147	0.037	0.009
8	0.483	0.044	Projetos de P&D em colaboração com a empresa, com resultados de uso imediato	-0.063	-0.017	0.587	0.158	-0.006	-0.001
9	0.442	0.040	Projetos de P&D em colaboração com empresas, sem resultados de uso imediato	0.016	0.003	-0.059	-0.012	0.666	0.135
10	0.372	0.034	Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa	0.056	0.009	0.146	0.024	0.506	0.084
11	0.303	0.028	Projetos de P&D substitutos às atividades de inovação da empresa	0.069	0.010	0.252	0.035	0.361	0.050
N.	290	N. comp.	11	Traco	11				

Tabela 3.A – Análise de Componente Principal – Grau de importância dos benefícios da colaboração para GPs

Componente	Autovalor	Proporção	Variável	Comp1	Corr1	Comp2	Corr2	Comp3	Corr3	Comp4	Corr4
1	4.556	0.351	Novas descobertas científicas	0.223	0.514	0.229	0.529	-0.345	-0.795	0.31	0.716
2	1.878	0.144	Novos projetos de pesquisa	0.25	0.292	0.292	0.342	-0.377	-0.441	0.096	0.112
3	1.409	0.108	Novos produtos e artefatos	0.299	0.202	-0.033	-0.022	-0.246	-0.166	0.071	0.048
4	1.027	0.079	Novos processos industriais	0.366	0.156	-0.171	-0.073	-0.229	-0.098	-0.167	-0.071
5	0.796	0.061	Melhoria de produtos industriais	0.321	0.105	-0.346	-0.113	-0.064	-0.021	-0.202	-0.066
6	0.706	0.054	Melhoria de processos industriais	0.355	0.096	-0.191	-0.052	-0.064	-0.017	-0.195	-0.053
7	0.575	0.044	Formação de RH e estudantes	0.192	0.069	0.315	0.113	0.188	0.068	-0.559	-0.201
8	0.512	0.039	Teses e dissertações	0.204	0.067	0.523	0.171	0.234	0.077	-0.149	-0.049
9	0.421	0.032	Publicações	0.22	0.053	0.462	0.112	-0.015	-0.004	0.2	0.048
10	0.381	0.029	Patentes	0.336	0.054	-0.245	-0.04	-0.058	-0.009	0.202	0.033
11	0.302	0.023	Software	0.214	0.027	-0.105	-0.013	0.401	0.051	0.52	0.066
12	0.288	0.022	Design	0.263	0.045	0.009	0.001	0.514	0.088	0.22	0.037
13	0.149	0.012	Criação de novas empresas (spin-offs)	0.282	0.022	-0.14	-0.011	0.316	0.025	-0.221	-0.018
N	290	N. de comp.	13	Traco	13						