

Interação empresa-universidade no Brasil: uma análise em rede sociais¹

Resumo

Este artigo investiga a interação universidade-empresa no Brasil utilizando informações de um levantamento de empresas e grupos de pesquisa (GPs) que realizaram projetos conjuntos. A partir da análise de redes sociais, e estimação de modelos econométricos, identificou-se dois padrões distintos de interação entre empresas e GPs, com consequentes diferenças observadas nos padrões de conectividade entre os componentes da rede. As principais evidências do artigo são de que, em termos gerais, vigora no Brasil formas de cooperação empresa-universidade com baixo nível de transbordamento em conhecimento, estimuladas por projetos conjuntos de P&D e utilização de infraestrutura científica. Percebe-se que existe forte associação entre área científica e setor econômico nas relações de cooperação, sendo as interações predominantemente determinadas pelas empresas. No entanto, existe verifica-se ainda um conjunto coeso de interações que reflete, ao menos parcialmente, a configuração de interação retratada por Arocena e Sutz (2001) durante o período pré-liberalização da economia.

Abstract

This paper investigates the interaction between university and company in Brazil, using information from a survey of companies and research groups (RGs) who made joint projects. From the social network analysis, and estimation of econometric models, were identified two distinct patterns of interaction between companies and RGs, which resulted in differences in the patterns of connectivity among the actors. The main findings were that in Brazil, in general, the cooperation between companies and universities produce low knowledge spillover, stimulated by R&D projects and the utilization of scientific infrastructure. Additionally, it is clear that there is a strong association between the scientific area and economic sector determining cooperative relations, although the interactions are predominantly determined by the companies. It is also observed that the configuration interaction partially portrayed by Arocena and Sutz (2001) for the pre-liberalization period of the economy tends, at least partially, to be preserved.

Keywords

University–industry relationship, Brazil, social network analysis, econometric model

JEL Classification: O30, O32, C69

Introdução

A indústria motivada pela necessidade de ganhos de produtividade, e as universidades pela possibilidade de expansão de suas receitas, em um ambiente de declínio dos recursos públicos para seu financiamento, fazem com que a história recente da interação empresa-universidade tenha sido objeto de crescente interesse. A interação empresa-universidade (E-U) representa uma das possíveis inter-relações dentro do sistema nacional de inovação (SNI), constituindo-se, inclusive, como um indicativo do seu grau de consolidação e articulação dos sistemas.

Nos países desenvolvidos a interação E-U está consolidada, sendo observados nesses países contribuições significativas das universidades para a geração de conhecimento por meio da pesquisa básica, constituindo importante fonte de informações e de conhecimentos que

¹ Os autores agradecem à FAPESP (processo 2006/58878-8) e CAPES (AEX 8688/13-3) pelo financiamento recebido para execução e apresentação do artigo.

fomentam os esforços inovativos das empresas. Em contrapartida as empresas formulam questões de pesquisa e buscam de soluções de problemas tecnológicos nas universidades. Entretanto, em países em desenvolvimento, em que os sistemas de inovações ainda são relativamente pouco consolidados, com problemas de articulações entre as instituições componentes, a interação entre empresas e universidades é limitada e/ou incipiente.

Ainda que com um baixo grau de consolidação, o SNI brasileiro inclui a transferência de novas tecnologias, importação de novos equipamentos e investimentos estrangeiros diretos, além de investimentos públicos e privados em pesquisa, desenvolvimento e difusão das inovações tecnológicas². Entretanto, diferentemente dos países desenvolvidos e dos asiáticos, a interação E-U ocorre de modo localizado, com forte caráter regional, com alto grau de informalidade e pouco grau de institucionalização, sendo fruto, na maior parte dos casos, de interações pontuais de sucesso entre empresas e centros de pesquisa destacados em algumas áreas de conhecimento. Assim, ainda que estruturado, o SNI brasileiro possui um caráter desigual, refletido na existência de ilhas de excelência, compostas pela articulação de empresas, universidades, sistema educacional e financeiro.

As mudanças na concepção política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) no Brasil a partir dos anos de 1990, com as reformas econômicas (liberalização comercial, privatização de empresas estatais, mudança cambial, abertura de setores econômicos ao capital estrangeiro), moldando o quadro mais geral de referência do período que, por sua vez, orientou os rumos da política industrial e de promoção de inovação. Assim, a partir de 1990 a interação E-U tem sido estimuladas por políticas científico-tecnológicas com objetivo de melhor articular a transferência de conhecimento por parte das universidades e fortalecer o caráter de crescimento baseado em conhecimento e inovação das empresas brasileiras. Em resposta às novas necessidades de financiamento da pesquisa e desenvolvimento (P&D) foram criados ao final dos anos de 1990 os fundos setoriais, sob a perspectiva de integração de governo, empresas e instituições de ciência e tecnologia, para o financiamento de P&D em setores estratégicos para o País, seguidas, posteriormente, nos anos de 2000 pela criação de diversos mecanismos de apoio e estímulo à constituição de alianças estratégicas e ao desenvolvimento de projetos cooperativos entre universidades, institutos tecnológicos e empresas nacionais (Lei de Inovação (2004)) e incentivos fiscais à inovação (Lei do Bem (2005)), além da ampliação das fontes de financiamento para inovação.

Assim sendo, dentro desse novo arcabouço institucional esse artigo investiga mais detalhadamente os padrões de interação E-U existentes no Brasil. Foram analisadas interações constituídas a partir de projetos em cooperação envolvendo dois ou mais atores simultaneamente, com informações obtidas por meio de projetos relatados no Diretório de Grupos de pesquisa do CNPq, sendo posteriormente, construída uma base de dados a partir da aplicação, separadamente, de surveys para grupos de pesquisa (GPs) e empresas³.

A metodologia 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 E-U. A amostra do estudo é resultado do pareamento entre os 290 GPs e 143 empresas que realizaram projetos de desenvolvimento tecnológico em conjunto.

² Especificamente para o caso brasileiro a não consolidação do Sistema de Inovação Nacional, segundo Suzigan e Albuquerque (2008), é fundamentada na recente organização de um sistema institucional de ciência e tecnologia, bem como na tardia industrialização brasileira.

³ Este diretório reúne informações sobre os GPs em atividade no País abrangendo pesquisadores, estudantes, técnicos, linhas de pesquisa em andamento, produção científica, tecnológica e artística geradas pelos grupos.

Além dessa introdução, o trabalho conta mais cinco seções que evidenciam a complementaridade das análises realizadas a respeito das interações entre empresas e os GPs. A seção 2 apresenta a base de dados e as estatísticas descritivas com as características das empresas e GPs. A seção 3 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 buscando aprofundar a interpretação dos resultados e relacioná-los à formulação de políticas de inovação.

2. Fonte de dados e estatísticas descritivas

A base dos dados foi elaborada em dois estágios, o primeiro consistiu na identificação de 2,151 GPs interativos com empresas a partir do Censo de 2004 do Diretório de GPs do CNPq. Esses grupos declaram que possuíam interação com 3,875 unidades de produtivas (empresas e organizações). Posteriormente a essa identificação foram enviados surveys aos GPs – em 2008 – e para as empresas – em 2009, cujas taxas de respostas foram de 46,5% por parte dos GPs (1000 Gps) e 19,3% por parte das empresas (748 empresas). Foram compatibilizadas as respostas dos questionários de tal modo que a amostra desta pesquisa se constitui apenas das empresas e GPs que realizaram interações entre si durante o quadriênio 2005-2009, totalizando 290 GPs e 143 empresas.

O questionário das empresas identifica as características observáveis da empresa e em seguida mapeia as informações sobre as atividades inovativas e de P&D, as fontes de informação e conhecimento, as atividades de colaboração com universidades e institutos de pesquisa. Já o questionário para universidades é formado por três blocos: a) identificação dos grupos, b) 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; C) dados do grupo, características do seu líder e seus resultados (número de patentes e de publicações).

Observa-se na tabela que 1,58% das empresas e 54,1% do total dos GPs constantes na amostra estão localizados na região Sudeste, havendo forte concentração dos estados de São Paulo (25,2%) e Minas Gerais (27,3%), sendo que o mesmo ocorre para as empresas, no qual a participação desses estados é de, respectivamente, 19,7% e 27,9%. É importante destacar que região, composta pelos estados de 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, o que denota a relação entre a ocorrência de interações e a distribuição da renda regional do país.

Tabela 1 – Localização das empresas e GPs que cooperaram

Empresas			GPs		
Estado	N	%	Estado	N	%
MG	39	27,3%	MG	81	27,9%
SP	36	25,2%	SP	57	19,7%
RS	17	11,9%	RS	29	10,0%
SC	9	6,3%	PR	21	7,2%
PR	7	4,9%	SC	20	6,9%
RJ	6	4,2%	PE	18	6,2%
PA	5	3,5%	RJ	17	5,9%
Demais estados	24	16,8%	Demais estados	47	16,2%

Fonte: Elaboração dos autores

Verificou-se distribuições assimétricas à direita da quantidade de interações, tanto para empresas como para os GPs. O número de interações dos GPs apresenta uma distribuição com grande concentração em uma interação, com 71,7% do total de casos, enquanto que as empresas apresentam uma distribuição mais dispersa, com 42,7% das empresas realizando apenas uma interação (tabela 2). Já o percentual de 3 ou mais cooperações dos de GPs é de apenas 12,8%, ao passo que para as empresas é de cerca de 40%. O número médio de interações dos GPs é de 1,7 interações, enquanto que para as empresas são de 3,4 interações.

Tabela 2 – Distribuição da quantidade de cooperações

Cooperações	Empresas		GPs	
	N	%	N	%
1	61	42,7%	208	71,7%
2	25	17,5%	45	15,5%
3	13	9,1%	17	5,9%
4	11	7,7%	6	2,1%
5	9	6,3%	2	0,7%
6 ou mais	24	16,8%	12	4,1%
Média	3,4		1,7	

Os perfis dos GPs e das empresas são apresentados na tabela 3. Em termos médios, os líderes dos GPs tem uma idade de pesquisa, caracterizada pela data de obtenção de seus doutorados, em torno de 15 anos e seus GPs são compostos por cerca de 14 pesquisadores majoritariamente doutores (54,9%). Por outro lado, as empresas demonstram serem intensivas em P&D, dada a proporção média, relativamente ao total de funcionários, de 8,1% alocados em atividades de P&D e 84,4% das empresas com departamento de P&D constituído (sendo que 75,5% realizam P&D continuamente). Nessa amostra a maioria das empresas é de capital nacional (74,5%) e de grande porte, já que a quantidade média de funcionários é de 1.865. A interação dos GPs se concentram na Engenharia (49,7%), Ciências Agrárias (24,1%), Ciências Biológicas (7,9%) e Ciências Exatas e da Terra (12,1%); enquanto que as empresas com interação são em sua maior parte pertencentes a setores da indústria de transformação mais intensivos em tecnologia e capital (45,5%) e de serviços de Eletricidade e outros setores (21,7%), com menor destaque para a presença de empresas de setores tradicionais da indústria da transformação (15,4%)⁴.

Tabela 3 - Perfil dos GPs de pesquisa e das empresas que realizaram cooperação

Empresas			GPs		
Características	Média	D. P.	Características	Média	D. P.
Pessoal em P&D/PO	8,1%	13,2%	Número de pesquisadores	13,5	14,3
Capital Nacional (%)	74,5	43,8	% doutores no grupo	54,9%	82,1%
Tem Departamento de P&D	84,4%	36,5%	Tempo de formação do pesquisador	15,5	8,3
Atividade de P&D Contínua	75,5%	43,1%			
Po Total	1.865	4.888	Ciências Agrárias	24,1%	42,9%
			Ciências Sociais Aplicadas	1,0%	10,1%
Agricultura e Extrativa Extrativa	8,4%	27,8%	Ciências Biológicas	7,9%	27,1%
Indust. Tradicional formação 1	15,4%	36,2%	Ciências Exatas e da Terra	12,1%	32,6%
Capital e Tecnologia	45,5%	50,0%	Ciências Humanas	1,7%	13,0%
Eletricidade e Gás	9,1%	28,8%	Ciências da Saúde	3,4%	18,3%
Outros Setores	21,7%	41,4%	Engenharias	49,7%	50,1%

Em suma, a amostra demonstra interações entre empresas nacionais que produzem intenso esforço tecnológico com GPs estabelecidos em universidades ou institutos de pesquisa,

⁴ Utilizou-se a classificação CNAE 2.0 do IBGE para distinguir entre os setores industriais. Dessa forma, em decorrência da distribuição dos setores da seguinte forma: Agricultura e Indústria Extrativa (CNAE 1 – 9); setores Tradicionais Indústria de Transformação (CNAE 10 – 17) e Intensivos em Capital e Tecnologia (CNAE 19 – 33), Eletricidade e Gás (CNAE 35). As demais categorias foram incluídas em Outros Setores (CNAE 36 – 86).

situados, principalmente, no Sudeste do país. Essa interação ocorre principalmente entre os setores da indústria de transformação intensivos em tecnologia e capital e setores de serviços de Energia Elétrica com os GPs das Engenharia e Ciências Agrárias. A análise preliminar, não condicional, demonstra que a distribuição empírica das interações é mais concentradas nos GPs, com um única interação, sendo que essas interações, apresentam, com menor concentração no número das interações das empresas.

3. ANÁLISE DE REDES DE INTERAÇÃO

3.1 Aspectos Metodológicos

A análise de redes sociais (ARS), foi utilizada inicialmente nas áreas de sociologia, psicologia social e antropologia, e 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). 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 as empresas e GPs, considerando secundária a análise de seus atributos que são apenas compreendidos em termos de padrões dos relacionamentos. Particularmente nesta análise não há a possibilidade de identificação do demandante da interação, diz-se que a rede é não direcionada, isto é, não há relações do tipo origem-destino⁵.

Utilizando a terminologia de Jackson (2008), uma possível representação matricial da matriz de interação entre GPs e empresas, é dada supondo $N = \{1, \dots, K + M\}$ um conjunto finito de K grupos de pesquisa e M empresas. Para cada $i, j \in N, (i \neq j)$ existe uma variável (nó) g_{ij} que assume valor igual ao número de interações entre a empresa i e o GP j , quando há conexão entre i e j e zero do contrário. A rede $G = \{g_{ij}; i, j \in N\}$ é a lista de todas relações, em pares, dos agentes, sejam elas existentes ou não ($g_{ij} = n_{ij}, 0$). A vizinhança de uma interação i é o conjunto $\Gamma_i = \{j \in N: g_{ij} = n_{ij}\}$. Uma trajetória conectando i a j é um conjunto de relações $g_{ij,1}, \dots, g_{ij,k}$ tal que $g_{ij,1} \neq 0, \dots = g_{ij,k} \neq 0$. Define-se a distância $d(i, j)$ entre i e j como a menor quantidade de ligações que une dois pontos da rede. A matriz G pode ser representada por:

$$G = \begin{bmatrix} g_{1,1} & \dots & g_{1,K} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ g_{M,1} & \dots & g_{M,K} \end{bmatrix}$$

O gráfico da rede (N, G) é a representação visual do conjunto N por meio da matriz $G(M \times K)$. Os grafos (sociogramas) fornecem importantes informações quanto à visualização da rede, bem como os atores centrais, padrões de interações e existência de sub-redes.

Para Jackson (2008), uma rede (N, G) é conectada se dois nós na rede são conectados por alguma trajetória na rede. Ou seja, a rede (N, G) é conectada para cada $i = 1, 2, \dots, M$ e $j = 1, 2, \dots, N$ se existe uma trajetória entre i e j . A rede completa pode ter um ou mais

⁵ A estratégia de envio de questionários distintos para empresas e GPs incorreu no trade-off entre o ganho de um amplo conjunto de informações para os diferentes atores, ao custo de limitação oriunda do direcionamento das relações e das relações entre a mesma categoria de atores.

componentes (subredes) conectados. O componente com o maior número de nós conectados é chamado de rede principal, ao passo que os demais componentes compõem a rede periférica⁶.

Além da visualização de grafos, algumas medidas quantitativas também são oferecidas por essa técnica para melhor explicar e caracterizar a rede e suas propriedades. Na ARS há medidas quantitativas que caracterizam a rede como um todo, tais como quantidade de nós e ligações (grau ou *degree*), densidade (*density*), trajetória média (*average path length*), fragmentação (*fragmentation*) e grau médio (*average degree*).

Em redes que almejam inferir sobre o fluxo de informações, a densidade (*density*) é uma medida de fluxo potencial, que é definida como a soma da quantidade de ligações dividida pelo número de possíveis conexões (isto é, o quociente entre o total de conexões existentes na rede e o total potencial). Densidades maiores (próximas a 1) indicam redes com troca de informação intensa entre atores, ao passo que valores próximos a zero indicam um grande potencial de aprimoramento no fluxo de informações da rede.

A métrica chamada de trajetória média (*average path length*) nada mais é que a média das distâncias geodésicas entre todos os nós da rede, ou seja $\frac{1}{N} \sum_G d(i, j)$. Já a fragmentação (*fragmentation*) é uma métrica que avalia a relevância de alguns nós em manter a rede conectada⁷ - quanto maior a fragmentação, maior a dependência de alguns nós para manter a rede coesa, ao passo que uma fragmentação próxima a zero indica que a remoção de nós não afeta a conectividade da rede. Por fim, o grau médio (*average degree*) representa uma medida da conectividade da rede e é dado por $\frac{1}{N} \sum_G g_{i,j}$ (BORGATTI, 2006; JACKSON, 2008)⁸.

3.2 Resultados da rede de cooperação universidade-empresa

A rede de cooperação E-U é composta por 433 atores (290 GPs e 143 empresas), totalizando 389 relacionamentos. Nesta imagem (figura 1), os nós azuis representam as empresas e os nós vermelhos os GPs. 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 observadas na rede é periférica, centrada em laços unitários de cooperação Empresa-GP, indicando que as cooperações são pontuais, em sua maioria. Este tipo de relacionamento implica em uma rede desconexa, com elevado grau de fragmentação. As medidas quantitativas que comprovam esta evidência estão na tabela 4, onde estão apresentadas as estatísticas da rede completa e do seu componente principal (subrede com o maior número de conexões - rede principal).

Tabela 4 – Estatísticas de caracterização da rede

	Densidade	Fragmentação	Nós	Ligações	Trajetoária média	Gráu médio
Rede Total	0,4%	86,3%	433	389	4,6	1,8

⁶ Segundo Easley e Kleinberg (2010), “diz-se que um componente conectado de um gráfico é um subconjunto de nós tais que: (i) todo nó no subconjunto de tem uma trajetória para outro; e (ii) o subconjunto não é parte de um conjunto maior, com a propriedade de que todo nó pode ser alcançado por outro nó.

⁷ A medida de fragmentação é apresentada em Borgatti (2006) e Chen et al (2007). Partindo da rede com N nós e removendo γ nós da rede, defini-se: $q \equiv \frac{\gamma}{N}$ como a razão de nós removidos e $p \equiv 1 - q$ a razão de nós existentes. A fragmentação da rede, F , é dada pela razão entre o número de pares de nós que não estão conectados na rede fragmentada com o número de pares possíveis na rede conexa original. Supondo que o número de clusters da rede é γ , tem-se $F \equiv 1 - \frac{\sum_{i=1}^{\gamma} N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$, no qual N_i é o número de nós no cluster i . Logo, se $F = 1$, a rede é completamente fragmentada e, em oposição, $F = 0$ representa uma rede que não se altera quando um determinado nó é retirado.

⁸ Nesta pesquisa foi utilizado o software UCINET para o cálculo da medida de fragmentação e o software Gephi para cálculo das demais métricas da rede, sendo o último também utilizado para gerar os grafos apresentados.

Rede Principal	1,6%	75,0%	155	190	4,8	2,5
----------------	------	-------	-----	-----	-----	-----

A rede total, na qual são considerados todos os nós e conexões, possui uma densidade 0,4%, indicando um grande potencial para o aumento de relações entre empresas e GPs. Na rede (componente) principal, esta medida é maior (1,6%), indicando maior conectividade – ainda que em número absoluto, também demonstre grande potencial de crescimento de parcerias. Essa impressão é reforçada pela métrica de fragmentação de 86,3% para a rede total e de 75% para o componente principal auxiliam nesta interpretação – há maior conectividade na rede principal, sendo esta menos dependente de atores-chave.

A rede principal, apesar de não abrigar a maior quantidade de nós (155, 35,8% do total), abrange quase a metade das conexões (190, 48,8% do total); resultando em um grau médio de 2,5. Na rede completa, essa métrica é de 1,8. Portanto, há maior capacidade de geração e troca de conhecimento na rede principal. A métrica menos distinta entre a rede total e a principal é a de trajetória média – 4,6 e 4,8, respectivamente. Apesar de ser mais conexa, os nós da rede principal estão distantes entre si, dependentes, em média, de uma grande quantidade de ligações para encontrar nós mais distantes. Assim, é possível perceber que para a amostra utilizada o fluxo de informações decorrente da interação empresa-GPs é extremamente baixo, sugerindo um baixo transbordamento do conhecimento tecnológico gerado.

Em destaque é apresentada a rede principal, onde há 123 GPs (42,4% do total) e 32 empresas (22,4% do total). Para essa rede se utiliza a medida de intermediação, métrica calculada por nó e não pela rede, como as demais apresentadas. Ela identifica o papel do nó na condução de informações da rede. Nós com maior intermediação tem maior poder de transmissão de conhecimento (graficamente o tamanho do nó linearmente é proporcional à medida).

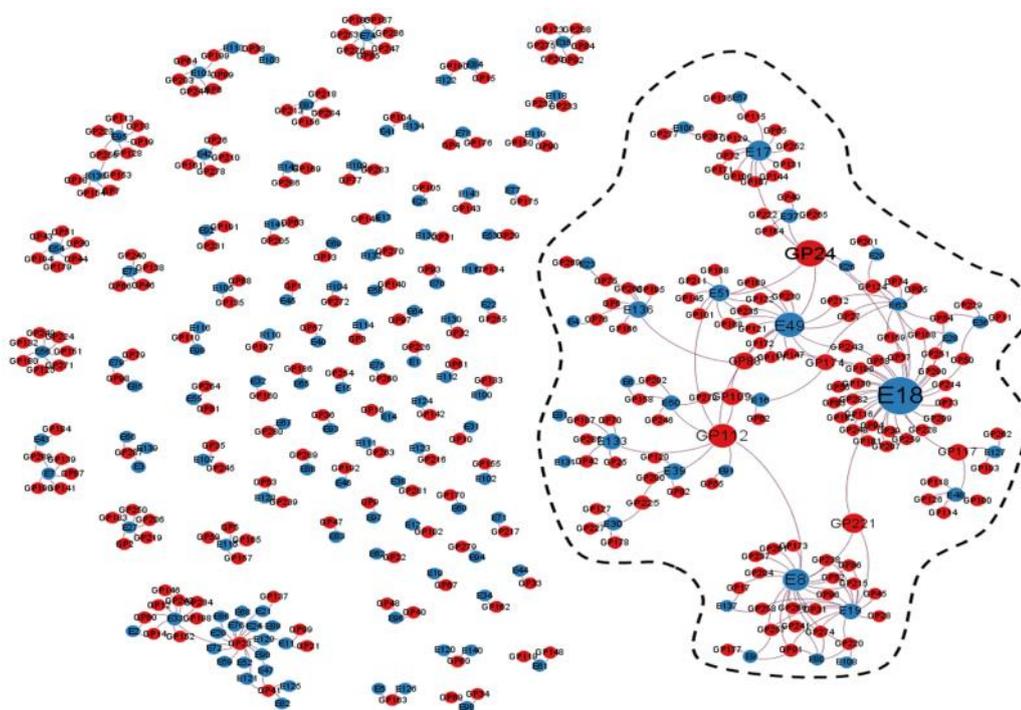


Figura 1 – Rede de cooperação entre empresas e GPs.

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 3 (E18 – Cemig; E49 – Eletronorte; E8 – Aracruz Celulose; E17 – Celpe) que se conectam com diversos GPs, principalmente focados nas áreas de conhecimento das Engenharias e Ciências Agrárias. Pelo lado do GPs, os quatro

os principais, em medida de intermediação, são: GP24 - Caracterização de Materiais Poliméricos (LACTEC); GP117 – Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica (UNIFED); GP221 – Pedologia e Qualidade Ambiental (UFLA); e GP88 – GAMSET – Grupo de Análise e Modelagem de Sistemas e Equipamentos Térmicos (UFMG). Nota-se que estes nós desempenham papel importante em conectar componentes da rede, transmitindo conhecimento indiretamente. Ou seja, constata-se, em termos gerais que os GPs atuam apenas como conectores dos componentes da rede de cooperação; ao passo que as empresas são instituições centrais, mantendo relações com vários GPs.

Observa-se na tabela 5 que as empresas que participam da rede periférica, em relação às empresas da rede principal, são menores em tamanho, com média de pessoal ocupado de 906 funcionários, enquanto que as empresas na rede principal têm, em média, 5.266 funcionários. A rede periférica é constituída majoritariamente por empresas nacionais (80,2%), da Indústria de Transformação Intensiva em Capital e Tecnologia (54,1%), e Outros Setores (22,9%), merecendo destaque a baixa participação das empresas do setor de Eletricidade e Gás (0,9%). Já a rede principal possui maior proporção de empresas de capital estrangeiro (46,9%), sendo predominantemente, dos setores de Eletricidade e Gás (37,5%), Indústria de Transformação Intensiva em Capital e Tecnologia (21,9%) e Agricultura e Extrativa (15,6%), evidenciando, portanto, uma nítida diferenciação no que tange à origem do capital e classificação entre as redes periférica e principal.

Também é interessante observar que a proporção de pessoal ocupado alocado nas áreas de P&D das empresas são inferiores nas empresas da rede principal (4,8%), ao passo que nas empresas fora da rede principal essa proporção é de 9,3%. Em termos de resultados da interação para as empresas, verifica-se pouca diferenciação entre as redes periférica e principal. Os resultados de pesquisa é o item mais importante nas duas redes, enquanto que o desenvolvimento de protótipos é o item menos relevante para a interação empresa-GPs.

Tabela 5 – Características e resultados de cooperação para as empresas do componente principal

	Rede Principal		Rede Periférica	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Agricultura e Indústria Extrativa	15,6%	36,4%	6,4%	24,6%
Ind. de Transf. Tradicionais	12,5%	33,1%	14,7%	35,6%
Ind. de Transf. Intensiva em Capital e Tecnologia	21,9%	41,3%	54,1%	50,1%
Eletricidade e Gás	37,5%	48,4%	0,9%	9,6%
Outros Setores	12,5%	33,1%	22,9%	42,2%
Quantidade de cooperação	7,1%	6,7%	2,4%	2,1%
Capital Nacional (%)	53,1%	49,9%	80,2%	39,9%
Pessoal Ocupado	5.266	8.795	906	2.276
PO em P&D	4,8%	11,0%	9,3%	13,7%
	Resultados			
	(%)	(%)	(%)	(%)
Resultados de Pesquisa	78,1%	41,3%	74,8%	43,4%
Protótipos	56,3%	49,6%	45,9%	49,8%
Novas Técnicas	75,0%	43,3%	62,2%	48,5%
Laboratórios	68,8%	46,4%	67,6%	46,8%

A tabela 6 apresenta as características dos GPs presentes nas redes periférica e principal, bem como os respectivos resultados da cooperação com empresas. As principais distinções referem-se ao percentual de doutores nos GPs (67% nos GPs da rede principal, contra 42% nos GPs da rede periférica). Em ambas as redes, as áreas de Engenharia e Ciências Agrárias são as mais presentes, ainda que na rede principal sua participação relativa seja maior com respectivamente 48,8% e 29,1% dos GPs na rede principal, contrara 36,8% e 22,8% dos GPs na rede periférica. A maior diferença se dá nas demais áreas, sendo que na rede periférica as

áreas de ciências Biológicas (14%) e Ciências Exatas e da Terra (15,8%) e Ciências da Saúde (8,8%) tem peso maior.

No que diz respeito aos resultados da interação, 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 (84,9% nos GPs da rede principal, contra 56,1% nos GPs da rede desconexa), Publicação (98,8% nos GPs da rede principal, contra 70,2% nos GPs da rede desconexa) e Software e Design (23,3% nos GPs da rede principal, contra 15,8% nos GPs da rede desconexa).

Tabela 6 – Características e resultados de cooperação para os GPs da rede principal

	Rede Principal		Rede Desconexa	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Número de pesquisadores	13,0	16,1	12,5	10,8
% doutores	67,0%	80,1%	42,0%	83,9%
Ano de pesquisa	15,6	7,9	16,6	8,8
Qtde de cooperação	1,9	1,7	1,6	1,7
Ciências Agrárias	29,1%	44,4%	22,8%	42,0%
Ciências Sociais Aplicadas	1,2%	10,7%	-	-
Ciências Biológicas	7,0%	25,5%	14,0%	34,7%
Ciências Exatas e da Terra	10,5%	30,6%	15,8%	36,5%
Ciências Humanas	3,5%	18,3%	-	-
Ciências da Saúde	-	-	8,8%	28,3%
Engenharias	48,8%	50,0%	36,8%	48,7%
	Resultados			
	(%)	(%)	(%)	(%)
Publicação	98,8	10,7	70,2	45,7
Novos projetos de pesquisa	96,5	18,3	87,7	32,8
Formação de RH e Estudantes	96,5	18,3	91,2	28,3
Teses	84,9	35,8	56,1	49,6
Novos produtos e processos	75,6	43,0	71,9	44,9
Melhoria de produtos e processos industriais	58,1	49,3	43,9	49,6
Novas descobertas científicas	64,0	48,0	64,9	47,6
Patentes	52,3	49,9	40,4	49,1
Novas redes de cooperação	58,1	49,3	47,4	49,9
Softwares e Design	23,3	42,2	15,8	36,5
Spin-offs	20,9	40,7	28,1	44,9

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 $j = E, G$; 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, Q_j , foram estimados modelos de contagem binomial negativa. 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:

$$Y_j = F_{Y_j}(Z_{1j}Z_{2j}, Z_{3j})$$

$$Q_j = F_{Q_j}(Z_{1j}Z_{2j}, Z_{3j})$$

em que os vetores de regressores são particionados da seguinte forma: Z_{1j} são características observáveis para empresas e GPs, Z_{2j} são razões, ou tipos, da cooperação para as empresas e para as GPs, Z_{3j} são importância dos benefícios, ou resultados, da cooperação para as empresas e para as GPs.

O vetor de características observáveis das empresas Z_{1E} , é composto pelo logaritmo do total do pessoal ocupado nas empresas, ($\ln(\text{PO})$), o percentual do pessoal total ocupado alocado na área de P&D (Pd/Po), uma variável *dummy* indicativa para a origem do capital, em que 1 representa a empresa de capital nacional, além de variáveis *dummies* para setores econômicos agrupados em Agricultura e Indústria Extrativa, Indústria de Transformação Tradicional, indústria de transformação intensiva em capital e tecnologia, eletricidade e gás e outros Setores e variáveis *dummies* para as regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul).

Já o vetor de características observáveis para os GPs, Z_{1G} , contém o ano de doutoramento do pesquisador, o o logaritmo do número total de pesquisadores no GP, ($\ln(\text{total pesquisadores})$), o percentual de doutores no grupo (% Doutores), variáveis *dummies* para as regiões de localização dos GPs, (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul) e para as grandes áreas de conhecimento (Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas, Ciências da Saúde e Engenharias).

Em função da assimetria dos questionários aplicados às empresas e às universidades, o conjunto de razões para a cooperação 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 eliminar o problema de multicolinearidade, utilizou-se a técnica estatística de análise de componentes principais para a produção de variáveis sintéticas representativas para os razões para interações das empresas, Z_{2E} , os tipos de interações dos grupos de pesquisa, Z_{2G} , e os benefícios da interação para os grupos de pesquisa, Z_{3G} ⁹.

Por parte das empresas, os três componentes principais das razões de cooperação para as empresas são “*Fonte de Informações e Transferência de Tecnologia*” (Z_{2E-1}), que reflete o interesse das empresas por obtenção de informações e conhecimento tecnológico produzidos pelas universidades, “*Pesquisas e Projetos*”, (Z_{2E-2}), que denota a necessidade das empresas na contratação de pesquisas, e por fim, “*Testes e Infraestrutura Tecnológica*” (Z_{2E-3}), que sintetiza a utilização, por parte das empresas, da laboratórios de pesquisa e demais infraestrutura tecnológica para a produção de testes, controle de qualidade e demais serviços tecnológicos. As variáveis dos resultados da cooperação para as empresas, Z_{3E} , retiradas diretamente do questionários são respectivamente, Resultados de Pesquisas, (Z_{3E-1}), *Projetos de Pesquisa e Publicações*, (Z_{3E-2}), *Novas técnicas e instrumentos*, (Z_{3E-3}) e *Laboratórios / Metrologia*, (Z_{3E-4}).

A estimação dos componentes principais relativos aos tipos da colaboração dos GPs produziu quatro componentes denominado como: *Testes e Serviços Tecnológicos* (Z_{2G-1}), que tem como maiores *loadings* as respostas relativas à prestação de serviços tecnológicos, engenharia e consultoria para empresas. *Projetos de P&D* (Z_{2G-2}), corresponde à síntese de interações na forma de projetos de P&D complementares, ou substitutos às atividades de

⁹ 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 (RENCHER, 2002). Na análise de componentes principais para as razões de cooperação para as empresas foram considerados os três primeiros autovetores, correspondentes a aproximadamente 70% da variação total do conjunto de variáveis consideradas. Os resultados dessa análise foram omitidos por questões de espaço.

inovação que não tenham necessariamente uso imediato pelas empresas. *Formação de RH*, (Z_{2G-3}), destaca a importância das interações provenientes da realização de treinamento e intercâmbio de pessoal. *Transferência de Tecnologia e P&D de uso imediato* (Z_{2G-4}), é correlacionado positivamente com o licenciamento de tecnologia e projetos de P&D de uso imediato.

Os componentes principais dos benefícios da cooperação para os GPs são: *Inovação Tecnológica* (Z_{3G-1}), que sintetiza os benefícios introduzidos pelas inovações em produto e processo. *Projetos de Pesquisa e Publicações* (Z_{3G-2}), ortogonal ao anterior, destaca o impacto positivo de novas descobertas e novos projetos de pesquisa e do aumento da publicação do grupo. *Formação Discente* (Z_{3G-3}), é positivamente correlacionado com a formação de estudantes e elaboração de teses. *Software e Design* (Z_{3G-4}) é positivamente correlacionado com os benefícios do desenvolvimento de softwares e elaboração de projetos de design.

4.2 Resultados

O modelo logit para a participação das empresas na rede principal (tabela 7) destaca os coeficientes e os efeitos marginais que revelam que o tamanho da firma impacta positivamente sobre a probabilidade da firma estar na rede principal, sendo que o mesmo não ocorre em relação aos seus dispêndios em P&D. Com relação às distinções setoriais, fato de pertencerem aos setores de Agricultura e Indústria Extrativa, Eletricidade e Gás, ou aos setores tradicionais da indústria de transformação elevam a probabilidade da empresa participar da rede principal, quando comparados em relação aos setores industriais intensivos em capital e tecnologia. Regionalmente destaca-se a menor chance das empresas do Nordeste de participarem da rede principal, relativamente à chance das empresas da região sudeste.

No que concerne aos tipos de interação com os GPs, a probabilidade da empresa participar da rede principal está positivamente associada ao componente *Pesquisas e Projetos* (Z_{2E-2}), que prioriza a contratação de pesquisas por parte das empresas pertencentes à rede principal.

Tabela 7– Modelo Logit - Empresas na rede principal

	Modelo Logit			Efeito Marginal		
	Coef.	z		dv/dx	z	
Capital Nacional	-1.511	-1.50		-0.128	-1.15	
Ln(PO)	1.030	3.81	***	0.060	2.53	**
Pd/Po	3.595	0.89		0.211	0.95	
Agricultura e Indústria Extrativa	3.414	2.39	**	0.556	1.89	*
Eletricidade e Gás	10.276	5.14	***	0.973	53.16	***
Indústria Tradicional	2.379	2.46	**	0.289	1.57	
Outros Setores	0.735	0.57		0.052	0.44	
Região Norte	3.246	1.74	*	0.544	1.41	
Região Nordeste	-4.761	-3.28	***	-0.090	-2.05	**
Região Centro-Oeste	-3.147	-2.58	**	-0.073	-1.83	*
Região Sul	0.306	0.35		0.019	0.34	
Z _{2E-1}	-0.495	-1.58		-0.029	-1.32	
Z _{2E-2}	1.024	2.76	***	0.060	2.12	**
Z _{2E-3}	-0.297	-0.77		-0.017	-0.73	
Z _{3E-1}	-1.633	-1.49		-0.145	-1.07	
Z _{3E-2}	-0.209	-0.24		-0.012	-0.25	
Z _{3E-3}	0.039	0.04		0.002	0.04	
Z _{3E-4}	-0.823	-1.24		-0.056	-1.01	
Constante	-7.153	-3.10	***			
N. Observações	143					
Log pseudolikelihood	-28.861					
Pseudo R ²	0.6204					
Prob > chi ²	0.000					

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

Os modelos de contagem binomial negativa para a quantidade de interações das empresas são apresentados na tabela 8, que contém as estimações para toda amostra, para as empresas que participam da rede periférica ($Y_E = 0$) e que participam da rede principal ($Y_E = 1$). Os resultados para a amostra completa demonstram que empresas de capital estrangeiro ou misto tende a ter um maior número de interações, mas que essa relação está presente somente nas empresas da rede principal. Entretanto, o inverso ocorre com o tamanho e intensidade de P&D das firmas, representado pela participação do pessoal alocado na área de P&D. As evidências de correlações positivas dessas variáveis com a quantidade de interações se manifesta apenas para as empresas na rede periférica.

Controlados para efeitos regionais e setoriais, no que concerne aos tipos de interação com os GPs, 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. Para as empresas participantes da rede periférica o número de interações tende a declinar caso o tipo de interação seja representada pelo componente *Pesquisas e Projetos* (Z_{2E-2}), que prioriza a contratação de pesquisas complementares ou que a empresa não pode realizar. Com relação à importância, para as atividades inovativas da sua empresa, os *Resultados de Pesquisa*, (Z_{3E-1}), estão correlacionados positivamente ao maior número de interações, particularmente, com as empresas da rede periférica, enquanto que o *Desenvolvimento de Protótipos* tem correlação negativa com o mesmo conjunto de empresas. É demonstrada também, em termos gerais, mas em apenas estatisticamente significativa em um nível de significância de 10%, uma correlação positiva entre o número de interações e os recursos produzidos pelos laboratórios e serviços de metrologia.

Tabela 8 – 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	-0.546	-3.82	***	-0.138	-0.92		-1.438	-9.37	***
Ln (PO)	0.201	6.05	***	0.130	3.64	***	0.007	0.22	
Pd/Po	1.554	2.98	***	1.022	2.24	**	-0.434	-0.53	
Agricultura e Indústria Extrativa	-0.324	-1.39		-0.066	-0.28		-0.919	-2.68	***
Eletricidade e Gás	1.035	4.16	***	-0.784	-3.17	***	1.046	5.94	***
Indústria Tradicional	0.268	1.29		-0.395	-2.49	**	0.923	3.58	***
Outros Setores	0.052	0.37		0.024	0.15		1.167	3.97	***
Região Norte	0.458	1.47		0.880	3.36	***	-0.614	-1.88	
Região Nordeste	-0.373	-1.52		0.334	1.90		-1.210	-3.17	***
Região Centro-Oeste	-0.033	-0.16		0.107	0.45		-0.919	-2.71	***
Região Sul	0.045	0.33		0.203	1.23		0.539	3.11	
Z_{2E-1}	-0.003	-0.07		-0.010	-0.19		0.109	1.07	
Z_{2E-2}	-0.044	-0.81		-0.126	-1.80	*	-0.012	-0.10	
Z_{2E-3}	-0.027	-0.44		0.015	0.26		-0.112	-1.13	
Z_{3E-1}	0.483	3.00	***	0.539	3.41	***	0.304	0.93	
Z_{3E-2}	-0.401	-3.20	***	-0.268	-1.94	*	0.368	1.60	
Z_{3E-3}	0.250	1.31		0.117	0.59		1.641	5.56	***
Z_{3E-4}	0.309	1.68	*	0.352	1.60		-0.282	-1.36	
Constante	-0.799	-2.97	***	-0.836	-2.93	***	0.163	0.41	
Alpha	0.132			1.41e-07			1.08e-08		
N. Obs.	143			111			32		
Log pseudolikelihood	-250.95			-158.99			-60.71		
Prob > chi2	0.00			0.00			0.00		

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

Os resultados do modelo *logit* para a participação dos GPs na rede principal estão apresentados na tabela 9. A coluna de coeficientes e de efeitos marginais indicam que o tamanho do grupo está negativamente correlacionada com a probabilidade do GP participar da rede principal de interações, enquanto que o tempo de sua criação, bem como a percentagem de doutores não guarda relação com a participação na rede principal. Tomando como referência a área científica de Engenharias e a região Sudeste, os resultados indicam também que somente os GPs associados à área de Ciências Agrárias tem uma chance maior de participar dessa rede, enquanto que os grupos da área de Ciências Exatas e da Terra apresentam um chance inferior de participação na rede principal.

No que tange aos tipos de interações realizadas por parte dos GPs é observada uma correlação positiva o fator Projetos de P&D (Z_{2G-2}), indicando um aumento de chance em torno de 16% de participação na rede principal, apresenta correlação negativa com a probabilidade do GP participar da rede principal. Há, contudo, um declínio na chance de participar da rede principal, em torno de 8%, caso o tipo de interação do GP seja referente à *Transferência de Tecnologia e ou à execução de projetos de P&D de uso imediato*, (Z_{2G-4}). No que diz respeito aos benefícios da interação dos GPs pertencentes à rede principal, os grupos que participam na rede principal tem correlação positiva com componente de “*Projetos de Pesquisa e Publicações*”, (Z_{3G-2}), que representa o impacto positivo de novas descobertas e novos projetos de pesquisa, e correlação positiva, porém somente em um nível de 10% de significância com o desenvolvimento de softwares e projetos de design (Z_{3G-4}).

Tabela 9 – Modelo Logit - GPs na rede principal

	Modelo Logit		Efeito Marginal		
	Coef.	z	dy/dx	z	
Anos de pesquisa	0.036	1.49	0.008	1.49	
% Doutores	0.294	1.15	0.069	1.14	
Ln(total pesquisadores)	-0.264	-1.73	-0.062	-1.72	*
Ciências Agrárias	1.028	2.49	0.246	2.52	**
Ciências Biológicas	-0.054	-0.08	-0.012	-0.08	
Ciências Exatas e da Terra	-3.097	-3.40	-0.407	-8.72	***
Região Nordeste	-0.674	-1.31	-0.144	-1.44	
Região Norte	1.210	2.26	0.294	2.40	**
Região Centro Oeste	-1.187	-1.53	-0.224	-2.05	**
Região Sul	-1.066	-2.86	-0.224	-3.27	***
Z_{2G-1}	-0.142	-1.13	-0.033	-1.13	
Z_{2G-2}	0.699	5.12	0.163	5.39	***
Z_{2G-3}	-0.032	-0.18	-0.007	-0.18	
Z_{2G-4}	-0.369	-2.37	-0.086	-2.36	**
Z_{3G-1}	0.053	0.56	0.012	0.56	
Z_{3G-2}	0.309	2.34	0.072	2.40	**
Z_{3G-3}	0.095	0.75	0.022	0.75	
Z_{3G-4}	0.350	1.91	0.082	1.89	*
Constant	-0.347	-0.73			**
N. Obs.	290				
Log pseudolikelihood	-142.67				
Pseudo R2	0.278				
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. É possível perceber que a correlação positiva, em um nível de significância de 5%, com a idade de pesquisa do líder do GP somente é observada na regressão para o número de interações dos grupos pertencentes à rede principal, ressaltando a

importância da reputação, ou produtividade em pesquisa, pesquisador líder na possibilidade de obter um maior número de interações do seu GP.

Controlados pelos efeitos de áreas científicas e regionais, as regressões demonstram que o número de interações dos GPs está positivamente correlacionado com *Projetos de P&D sem uso imediato* em ambas as redes, (Z_{2G-2}). Entretanto, ainda que somente significativa em um nível de 10% de significância estatística, o fator “*Formação de Recursos Humanos*” (Z_{2G-3}) guarda correlação positiva com o número de interações dos GPs presentes na rede periférica. Também para a rede periférica se verifica uma correlação negativa, em um nível de significância de 5% estatística, do número de interações com a *Transferência de Tecnologia e projetos de P&D de uso imediato* (Z_{2G-4}). Entretanto, contraditoriamente ao efeito motivacional, os resultados da regressão para a rede periférica também demonstram a correlação negativa entre o número de interações e o componente de benefício denominado *Formação Discente*, isto é, relação negativa com a formação de estudantes e elaboração de teses. Destaca-se também na regressão para o número de interações na rede principal a correlação positiva do número de interações com o componente “*Software e Design*” em concordância com a evidência fornecida pelo modelo logit.

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	0.011	2.45	**	0.010	1.59		0.024	3.66	***
% Doutores	-0.031	-0.60		-0.044	-0.71		-0.200	-1.71	*
Ln(total pesquisadores)	-0.064	-1.80	*	-0.040	-0.85		-0.050	-0.92	
Ciências Agrárias	0.162	1.25		-0.109	-1.07		0.605	3.44	***
Ciências Biológicas	0.304	1.91	*	-0.063	-0.47		0.134	0.81	
Ciências Exatas e da Terra	-0.217	-1.85	*	-0.209	-1.37		-0.398	-2.54	***
Região Nordeste	-0.329	-2.44	**	-0.184	-0.89		-0.876	-2.51	***
Região Norte	-0.036	-0.23		-0.052	-0.45		0.282	1.62	
Região Centro Oeste	-0.371	-2.35	**	-0.180	-1.18		-0.209	-1.25	
Região Sul	-0.240	-1.48		-0.300	-1.55		0.004	0.02	
Z_{2G-1}	-0.007	-0.16		0.071	0.94		-0.068	-1.68	*
Z_{2G-2}	0.138	3.46	***	0.111	2.46	**	0.116	2.44	**
Z_{2G-3}	0.047	0.87		0.136	1.68	*	-0.028	-0.59	
Z_{2G-4}	-0.050	-1.44		-0.073	-2.01	**	-0.060	-0.94	
Z_{3G-1}	0.061	1.47		0.084	1.40		-0.023	-0.60	
Z_{3G-2}	-0.073	-1.06		-0.033	-0.58		-0.050	-0.70	
Z_{3G-3}	-0.007	-0.28		-0.128	-3.09	***	0.026	0.83	
Z_{3G-4}	-0.052	-0.61		-0.130	-1.53		0.220	2.24	**
Constant	0.296	1.93	*	0.281	1.62		0.007	0.04	
Alpha	6.33e-11			4.77e-07			1.19e-11		
N. Obs	290			167			123		
Log pseudolikelihood	365.25			-196.69			-158.28		
Prob > chi2	0.000			0.019			0.000		

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

Conclusões

Este estudo tem como objetivo promover uma melhor compreensão da interação E-U no Brasil. A pesquisa foi realizada a partir de uma amostra de 290 GPs e 143 empresas, que interagiram no período de 2004 a 2009. A construção de uma amostra pareada permitiu uma análise do padrão de interações realizadas, assim como os determinantes e características da presente colaboração.

A análise de redes sociais permitiu algumas considerações no que concerne à forma de cooperação empresa-GPs no Brasil. Inicialmente as métricas de densidade e fragmentação por apresentarem valores que indicam uma baixa conectividade entre os atores componentes das interações, demonstrando que a cooperação E-U no Brasil tem possivelmente um baixo nível de transbordamento em conhecimento para as demais empresas e universidade envolvidas em esforços tecnológicos semelhantes. Ou seja, esses indicadores evidenciam um baixo grau de articulação no sistema, onde predominam relações *customizadas*, ou então incentivadas por mecanismos institucionais presentes em tipos específicos de firmas, como são aquelas presentes em setores de Serviços de Energia Elétrica e Gás.

Mais especificamente, a estimativa da rede social revelou dois padrões distintos de interação entre empresas e RGs. O primeiro padrão de interação é representado pela rede periférica, em que as interações ocorrem principalmente na forma de pares, com um menor número de ligações mais complexas e inter-relações entre os agentes. O segundo padrão, e de maior interesse, é dado pela rede principal, configurada como uma rede conectada em que as empresas são as principais ligações entre os agentes da rede.

Especificamente na rede principal se observa uma orientação da área científica do grupo de pesquisa com a classificação setorial da empresa. No caso das empresas dos setores de Serviços de Energia predominam interações com GPs da área de engenharia, enquanto com empresas exportadores de commodities semimanufaturadas ligadas a celulose e papel as interações são na sua maior parte com GPs da área de agricultura.

É interessante observar que ao passo que o tamanho da empresa é um fator discriminador da interação empresa-GPs para a rede principal, o mesmo não ocorre com relação aos dispêndios em P&D. Controlado por esse fator, as empresas pertencentes observam com maior interesse a interação com GPs a fim de suprir suas necessidades de pesquisa e desenvolvimento e utilizar da infraestrutura científica-universitária. Complementarmente, verifica-se um aumento da chance dos grupos de pesquisas terem como motivadores para a interação a participação em projetos de P&D, e como resultados a elaboração de projetos de pesquisa e publicações. Ou seja, tanto por parte das empresas, como por parte dos GPs, observa-se um padrão bastante distinto na forma de interação com relação aos participantes de interações na rede periférica que envolve a produção de conhecimento e tecnologia. Sendo assim, a maior coesão da rede principal não está apenas relacionada às características das empresas, mas também aos seus objetivos para com a interação com grupos de pesquisa. O caráter mais coeso da rede e a maior qualidade na forma de interação reflete uma forma de interação mais profícua para a geração de conhecimento e tecnologia, mas que não transborda para o restante da amostra.

Adicionalmente, 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 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.

Anteriormente ao processo de maior liberalização das economias latinoamericanas ocorrido nos anos e 1990, segundo Arocena e Sutz (2001) e Sutz (2000) a interação empresa-universidade, além de ocorrer de modo localizado, tinha como um importante indutor as demandas das empresas públicas sobre o desenvolvimento tecnológico local. Nesse sentido,

de alguma forma essa configuração de interação retratada para o período pré-liberalização da economia tende a ser preservada, já que observam-se elementos de ocorrência de interação de modo localizado, setorialmente e regionalmente, com um importante indutor as demandas das empresas que fornecem serviços de utilidade pública ou commodities comercializadas no mercado internacional.

A complementariedade do resultado, a partir da análise dos determinantes para interação na rede periférica. Inicialmente é importante mencionar que a maior parte das empresas e GPs situam-se nessa rede. Assim, mesmo sabendo que esses resultados não podem ser generalizados, isto é uma evidência de que a forma primordial de interação empresa-GPs tende ocorrer na forma de um complemento às atividades empresariais de pesquisa e desenvolvimento, porém com um caráter mais pontual e curto prazo, voltado para a promoção da inovação tecnológica, mas também atendendo às necessidades de utilização da infraestrutura de pesquisa pública, por meio da realização de testes e serviços tecnológicos, não buscando a reprodução do conhecimento via publicação ou formação discente.

Assim sendo, agora em termos gerais, os desafios da política de inovação no que tange à cooperação E-U no Brasil estão, portanto, não apenas na ampliação e incentivo dessa prática, mas também de estimular formas de interações com maior potencial de geração de conhecimento e transbordamentos. As evidências aqui produzidas sugerem que esse processo de construção em um ambiente econômico pós-liberalização deve envolver também uma postura mais ativa das universidades e centros de pesquisa a fim de estruturar relações mais duradouras de cooperação. Esse quadro ganha contornos recentes no caso brasileiro com a criação de agências de inovação nas universidades, planos para criação e estabelecimento de parques tecnológicos e aperfeiçoamentos da lei da inovação. O objetivo dessas ações é que sejam adequadas as normas de produção de conhecimento nas universidades, facilitada a transferência tecnológica e de conhecimento entre empresa e universidade, e sejam estimulados a formulação de projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Bibliografia

- Arocena, R. and Sutz, J., 2001. Changing knowledge production and Latin American universities, *Research Policy*, 30, 1221–1234.
- 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, Articles in Advance*. p. 1-14, (downloaded from <http://orgsci.journal.informs.org/content/early/2011/04/11/orsc.1100.0641.full.pdf>)
- Easley, D.; Kleinberg, J., 2010. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Freeman, L.C. *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Vancouver; North Charleston: Empirical Press: BookSurge, 2004.
- Jackson, M. O., 2008. *Social and Economic Networks*, Princeton University Press, New Jersey.
- Rencher, A.C., 2002. *Methods of Multivariate Analysis*. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience.
- Suzigan, W. and Albuquerque, E.M. , 2008. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no brasil . Texto para discussão n° 329, UFMG/ CEDEPLAR (downloaded from <http://150.164.82.140/pesquisas/td/TD%20329.pdf>)
- Yang, B., Liu, Z., Meloche, J.A., 2011. Visualization of the Chinese academic web based on social network analysis, *Journal of Information Science*, 37, p. 189-207.