

FORMAÇÃO DE REDES COOPERATIVAS A PARTIR DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO QUE RESULTARAM EM PATENTES¹

ABSTRACT:

This paper analyzes the formation of cooperative networks focused innovation from the analysis of patent filings in several offices in the world, 50 of the companies installed in Brazil that deposited more patents - a proxy for the most innovative companies. Data were collected from software Questel Orbit, covering the period 1992-2010.

By building networks of cooperation from the co-ownership of patents there was a National Innovation System underdeveloped, due to: low network density, small amount of shared patents with respect to total deposits granted; existence of partnerships point for most companies, and low prevalence of partnerships with agencies. Furthermore, there were no clear patterns of relationship for both companies and for universities and research groups. Under this view, there is much to be done to encourage new partnerships and drive innovation in Brazil.

Keywords: cooperative networks, patents, technological innovation

RESUMO:

Este trabalho analisa a formação de redes cooperativas voltadas a inovação a partir da análise dos depósitos de patentes em diversos escritórios do mundo, das 50 empresas instaladas no Brasil que mais depositam patentes – uma *proxy* para as empresas mais inovadoras. Os dados foram coletados a partir do software *Questel Orbit*, compreendendo o período 1992-2010.

Ao construir as redes de cooperação a partir da co-titularidade das patentes observou-se um Sistema Nacional de Inovação pouco elaborado, em virtude de: baixa densidade da rede; pequena quantidade de patentes compartilhadas com relação ao total de depósitos concedidos; existência de parcerias pontuais para a maior parte das empresas; e baixa prevalência de parcerias com órgãos de fomento. Além disso, não foram encontrados padrões claros de relacionamento tanto para empresas quanto para universidades e grupos de pesquisa. Sob esta ótica, há muito a ser feito para incentivar novas parcerias e impulsionar a inovação no Brasil.

Palavras Chave: redes de cooperação, patentes, inovação tecnológica.

1 INTRODUÇÃO

Visto que os investimentos necessários para inovar são considerados altos e que a inovação possui um enfoque cada vez mais interdisciplinar, muitas empresas buscam parcerias com universidades e institutos de pesquisa, no intuito de compartilhar recursos na busca de um fim comum: impulsionar o desempenho inovador. Este tipo de parceria tem sido evidenciado nos últimos anos em diversos países, incluindo o Brasil, já que empresas e institutos de pesquisa são consideradas organizações centrais na consolidação de um Sistema Nacional de Inovação

¹ Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que financiaram a realização e a apresentação desta pesquisa respectivamente.

(SNI). Por este conceito, entende-se o ambiente nacional de criação, assimilação, transmissão e introdução de tecnologias novas ou aprimoradas – incluindo também a transferência de tecnologias, trabalhos de marketing e serviços técnico-científicos com outros países (SANCHEZ; PAULA, 2001, p.49).

As parcerias, contudo, não costumam ser exclusivas, já que as demais organizações são vistas como parceiras potenciais e não competidoras. Desta forma, tanto empresas quanto institutos de pesquisa buscam um portfólio de parcerias, formando uma estrutura de cooperação em rede (SANCHEZ; PAULA, 2001). As redes cooperativas de inovação são formadas por uma pluralidade de organizações, que buscam atingir determinados objetivos e metas através da união de recursos e competências (GEBREKIDAN; AWUAH, 2002; VERGNA, 2007).

Todavia, há evidências que o Brasil ainda se encontra em um estágio frágil de desenvolvimento de redes de cooperação quando comparado aos sistemas de inovação de outros países. Rapini (2007, p. 226) ao avaliar o censo de 2002 do diretório dos grupos de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) observou que o SNI brasileiro caracteriza-se por inovações incrementais, adaptativas e de pouca sofisticação. Ademais, as inovações partem dos centros de pesquisas e seguem o fluxo para as empresas e estão centradas em áreas de engenharia, ciência da computação e ciências agrárias. Mais recentemente, Bodas Freitas et al (2012), comparou a colaboração empresa-universidade em novos países industriais, tais como Brasil, China, Índia, Tailândia e Rússia; demonstrando por diversas métricas de pesquisa aplicada (patentes, número de engenheiros em empresas privadas) e básica (publicações científicas) o atraso brasileiro comparativamente aos seus competidores comerciais em relação a performance inovadora e o subdesenvolvimento das redes de cooperação entre empresas e universidades.

Dada a fragilidade da cooperação pró-inovação brasileiras, a melhor compreensão das redes já existentes podem auxiliar no desenvolvimento do SNI e é neste contexto que o presente trabalho se insere, com a utilização da análise de redes sociais (ARS) para identificar e interpretar a formação das redes cooperativas entre as empresas instaladas no país e as ICT (instituições científicas e tecnológicas). A análise da rede revela o padrão dos relacionamentos e as características gerais das organizações neste sistema, revelando as potencialidades, fragilidades e atores-chave e auxilia na identificação da maturidade da hélice tripla – universidade-empresa-governo trabalhando conjuntamente em prol à inovação tecnológica.

A análise de redes vem sendo cada vez mais utilizada para entender as inter-relações econômicas, muitas vezes pautadas em ativos intangíveis, tais como o intercâmbio de conhecimento e os padrões das redes de contatos (ALEE, 2008). Todavia, poucos estudos envolvendo a rede de cooperação universidade-empresa foram realizados no Brasil.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as redes de relacionamentos a partir dos projetos de desenvolvimento tecnológico desenvolvidos entre as 50 empresas brasileiras mais inovadoras, suas subsidiárias e universidades ou institutos de pesquisas que resultaram em patentes depositadas nos bancos nacional (INPI) e internacionais (USPTO, EPO, etc.) . Desdobrando-se em: a) Verificação de titularidade compartilhada entre as empresas e fontes externas de pesquisa e/ou desenvolvimento (universidades e institutos de pesquisa e outras empresas); b) Análise dos padrões de relacionamentos cooperativos identificados; c) Construção da representação gráfica da rede de relacionamentos cooperativos entre as empresas e as fontes externas de P&D&I a partir do compartilhamento da titularidade dos depósitos de patentes por meio de redes sociais.

2 Fundamentação Teórica

2.1. A importância da inovação

Como a inovação é o resultado da aplicação do conhecimento nas atividades produtivas (JUMA; YEE-CHEONG, 2005), o reconhecimento da inovação como motor do desenvolvimento econômico ao longo do século XX culminou no termo “economia baseada no conhecimento” (OECD, 1996). Neste contexto, países que produzem, distribuem e fazem o melhor uso do conhecimento tendem a inovar mais e, conseqüentemente, gerar mais desenvolvimento.

Em suma, na economia baseada no conhecimento em que se vive, a inovação é peça fundamental para sustentar a competitividade das empresas e nações e promover o desenvolvimento. Sob esta perspectiva, o sucesso das organizações está cada vez mais atrelado a sua capacidade de inovação tecnológica e de adaptação às mudanças frequentes de mercado (SOUZA; ARICA, 2006) e a promoção da inovação volta ao centro do debate.

Avançando na temática, Nelson (1993), e Lundvall (1992) Freeman (2002) sistematizaram o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI). Trata-se de um arcabouço institucional nacional no qual as organizações utilizam recursos internos ou interagem, em complementariedade, com fontes externas para a criação, o desenvolvimento e a disseminação de conhecimentos que levam à inovação. São personagens deste sistema os organismos públicos – sejam eles promotores de políticas de apoio ou de suporte à pesquisa; os institutos de pesquisa básica e/ou aplicada; e as empresas. O SNI pode ser visto como um emaranhado de atores trabalhando conjuntamente em um ambiente integrado, com trocas de informações constantes (MARKARD; TRUFFER, 2008).

Etzkowitz (2003, p. 295) sustenta no argumento da hélice tripla que a melhor maneira de promover a inovação em uma economia baseada no conhecimento é construindo estruturas colaborativas entre governo, empresas e universidades. Enquanto o papel do governo é garantir a estabilidade das interações e trocas, o da universidade é fornecer novas formas de conhecimento e tecnologia e o das empresas é produzir, aplicando e desenvolvendo o conhecimento e tecnologias geradas. A sinergia promovida por estas relações tendem não só a gerar mais desenvolvimento, mas também acelerá-lo e difundi-lo.

Mais recentemente, a difusão dos canais de informação e aceleração do compartilhamento de ideias e conhecimentos levou a Chesbrough (2003) a defender um sistema de inovação aberto (*Open Innovation*). O modelo é baseado no pressuposto de que o conhecimento está amplamente distribuído na sociedade, seja em empresas, universidades e governo – como sugerido no sistema de hélice tripla – mas também em indivíduos, pesquisadores e profissionais

2.2 A cooperação universidade-empresa

Dado que a inovação tecnológica é de suma relevância não só para manter a vantagem competitiva das empresas, mas também para promover o aumento do bem-estar das nações, é necessário o melhor entendimento de sua geração e difusão. Sob este preceito, o estabelecimento de parcerias entre firmas e universidades com o intuito de potencializar a inovação tecnológica é ponto interseccional nos trabalhos que tratam de SNI (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Freeman, 1995), Hélice-Tripla (Leydesdorff e Etzkowitz, 1996), *Open*

Innovation – OI (Chesbrough, 2003) e, mais recentemente, orientação *joint-product* (Foray e Lissoni, 2010).

A estrutura de conexões em rede por trás do SNI vai ao encontro do modelo de hélice tripla, concebido por Leydesdorff e Etzkowitz (1996) e Etzkowitz (2003). Segundo o modelo as parcerias entre empresas e instituições de pesquisa podem evoluir para redes mais entrelaçadas, nas quais as organizações trabalham em conjunto com órgãos governamentais. O governo, além de prover recursos diretos e indiretos (por meio das universidades e institutos de pesquisa) pode incentivar a criação de parcerias por meio de políticas públicas de inovação que incentivem o estabelecimento e manutenção das parcerias². Cujo pressuposto é de que a Universidade passa a ter importância relativa semelhante à empresas e instituições governamentais, influenciando a dinâmica do processo inovador.

O modelo de OI de Chesbrough (2003) baseia-se na constatação de aumento do número de trabalhadores qualificados ligados à geração e distribuição de conhecimento, da mobilidade dos mesmos e na ampliação da disponibilidade de financiamentos baseados em *venture capital*. Tais fatores alteraram o paradigma *closed innovation* observado anteriormente, pautado na inovação com controles rígidos no P&D e na comercialização da tecnologia. Quando a inovação é aberta, os limites entre a firma e seu ambiente ao redor é mais poroso, o que facilita o intercâmbio de informações (CHESBROUGH, 2003, p. 37). Sob esta ótica, o local da onde ocorre a inovação migrou dos laboratórios das empresas (somente) para uma gama pulverizada de localidades, tais como universidades, institutos de pesquisa e *startups*³.

Por fim, ainda há a mudança de modelo defendida por Foray e Lissoni (2010), no qual a gestão de P&D&I por parte das empresas deve deixar de lado sua estrutura vertical, com orientação *by-product*, para dar lugar a uma vocação compartilhada, chamada de *joint-product*. Esta visão considera que produtos com tecnologia compartilhada produzem resultados (em termos de vendas) mais atraentes, além de contarem com menores custos de P&D e apresentarem menor risco. Sendo assim, o processo de desenvolvimento deve ser compartilhado com os atores mais competentes desde o início, com empresas e universidades moldando redes de relacionamento estratégicas.

Portanto, todos os conceitos discutidos afirmam que estabelecimento de parcerias entre empresas e universidades é de suma relevância para a dinâmica da inovação. Todavia, para o estabelecimento da cooperação é necessária uma percepção de convergência de interesses entre as instituições. Como o processo de inovação é complexo e nem sempre alcança seus objetivos; empresas e instituições de pesquisa podem trabalhar em conjunto, compartilhando recursos tangíveis e intangíveis (HUGGINS ET AL, 2011) e potencializando resultados (PORTO, 2000).

Mesmo na ausência de incentivos institucionais pró-inovação cooperativa, as universidades mantém sua contribuição convencional treinando pessoas qualificadas e fazendo pesquisa básica – aumentando o conhecimento existente; auxiliando indiretamente a pesquisa aplicada. Além disso, pode-se dizer que as universidades costumam gozar de maior diversidade de conhecimento, comparativamente a empresas e institutos de pesquisa, já que cada pesquisador costuma definir sua própria linha de pesquisa. Em contrapartida, os institutos de pesquisa, em geral, tendem a seguir uma linha direcionada de estudos, baseadas em alguma convenção de

² Foray e Lissoni (2010) exemplificam com o caso do professor universitário inovador em arcabouços institucionais menos sofisticados, o qual não pode usufruir de retornos provenientes de suas invenções. Sendo assim, uma política pública que visa o aprimoramento dos laços entre universidades e empresas passa, dentre outros fatores, pela capacidade de apropriação parcial, por parte do inventor vinculado à universidade, dos recursos privados gerados pela inovação.

³ *Startups* é uma denominação dada à empresas recém-abertas, normalmente com reduzido quadro de trabalhadores altamente qualificados e geradoras de novas tecnologias.

interesse nacional⁴ (FORAY; LISSONI, 2010).

Conforme argumenta Tether (2002), as pressões por fundos têm encorajado as universidades a se engajarem em processos de cooperação com as empresas, havendo uma mudança da geração do conhecimento tradicional para a produção do conhecimento baseado na solução de problemas. Sob esta ótica, Etzkowitz (2003) discute uma nova tendência das instituições acadêmicas, que é o fenômeno do empreendedorismo acadêmico, no qual os resultados de pesquisa da universidade são direcionados tanto para meios comerciais quanto para científicos.

Segundo Di Gregorio e Shane (2003) universidades localizadas em áreas com abundância de capital de risco produzem mais resultados a serem partilhados, pois há mais financiamento para novas firmas trabalharem em parcerias com essas universidades e mais recursos para serem aplicados em novas tecnologias, como no caso da biotecnologia.

Outro benefício encontrado pelas universidades na parceria com empresas é uma maneira de lidar com o conservacionismo acadêmico, o qual tende a buscar a inovação mais radical, elegante e/ou impactante; em contraposição à inovação para o mercado, que busca produtos ou processos mais rentáveis (FORAY; LISSONI, 2010).

Já as empresas começaram a buscar recursos mais dinâmicos para inovar, deixando de lado um modelo de gestão vertical de P&D; e passaram a ver a pesquisa acadêmica praticada nas universidades como um ativo atrativo. Seria uma maneira de explorar o conhecimento externo à empresa em complementariedade ao interno (FORAY; LISSONI, 2010).

Veugelers e Cassiman (2005) analisaram a cooperação entre universidades e empresas na Bélgica e encontraram que os principais incentivos à cooperação residem no compartilhamento de recursos e riscos. Empresas beneficiam-se do contato com profissionais com muita qualificação e experiência em pesquisa, reduzindo riscos. Como parte da pesquisa é realizada em laboratórios das universidades (ou institutos de pesquisa), as empresas não se veem obrigadas a desembolsar todos os recursos com materiais, equipamentos e pessoal.

Portanto, a compreensão sistêmica do processo inovador é complementada pela ótica dos incentivos às organizações. A medida que os benefícios para empresas e instituições acadêmicas são conhecidas, pode-se formular tanto políticas de promoção internas às instituições, quanto políticas públicas de amplo espectro.

2.6 Propriedade intelectual e inovação tecnológica

De acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO)⁵, propriedade intelectual refere-se às criações da mente humana, tais como invenções, literatura e trabalhos artísticos, símbolos e imagens. Há duas categorias principais: a propriedade industrial, que inclui patentes, marcas, *design* industrial e indicações geográficas de fontes; e os *Copyrights*, que incluem literatura, poemas, filmes, música, esculturas, arquitetura, dentre outros. Portanto, a lei de propriedade intelectual trata da defesa dos interesses dos criadores de produtos intelectuais, garantindo a eles direitos de controle temporário sobre o que é feito de seu trabalho.

De acordo com Claessens e Laeven (2003, p. 2402), em países com direitos de propriedade

⁴ Foray e Lissoni (2010) consideram que a maior parte dos institutos de pesquisa possui vinculação estatal; e por isso a pesquisa realizada por eles está mais alinhada com alguma política de caráter regional ou nacional.

⁵ Estas informações foram extraídas do site <http://www.wipo.int/about-ip/en>.

seguros, as firmas podem alocar melhor recursos e crescer mais rapidamente.. Com isso, a firma pode alocar melhor recursos e crescer mais. Se esse arcabouço for compartilhado, uma nação será beneficiada ao garantir com efetividade os direitos de propriedade intelectual.

Ciente deste problema, a Convenção da União de Paris (CUP) deu origem ao Sistema Internacional da Propriedade Industrial, instituindo quatro princípios básicos, são eles: tratamento nacional, no qual há um tratamento semelhante entre todas as nações; prioridade unionista, no qual é considerada a primeira data de depósito na avaliação do processo de pedido de registro; territorialidade, já que o registro de propriedade tem caráter apenas nacional; independência dos direitos – o fato de um país conceder uma patente não deve influenciar a decisão dos demais.

3 ASPECTOS METODOLOGICOS

A pesquisa realizada apresenta as redes de relacionamento cooperativo pró-inovação entre empresas e ICT. Para tal, utilizou-se da hipótese de o compartilhamento da titularidade entre uma empresa e uma ICT indica uma relação de cooperação tecnológica já existente, sendo a patente o resultado desta parceria.

Para tal, utilizou-se técnicas de análise de redes sociais (ARS), que é um método qualitativo descritivo, que permite que inferências quantitativas sejam feitas a partir das métricas de redes. A medida de centralidade – intermediação, transmite a capacidade que uma instituição possui de transmitir informações. Ou seja, demonstra por meio de um número (sem escala), a ordenação das instituições no fluxo de informação da rede, de forma que o pesquisador pode inferir sobre o papel da instituição na rede.

A amostra restringiu-se as 50 empresas instaladas no país que mais depositam patentes, o os co-titulares destas patentes, sejam eles outras empresas, instituições de fomento tecnológico, ICT ou até mesmo pessoas físicas⁶.

Os dados da pesquisa foram coletados por intermédio do *software Questel Orbit*, que permite a pesquisa de patentes por diversos critérios nas principais bases de dados de patentes do mundo.

Para a seleção das 50 empresas instaladas no país que mais depositam patentes, buscou-se na base de dados todas as patentes depositadas por empresas instaladas no Brasil nos últimos 20 anos (1992-2011). Foram selecionados para análise prévia os 100 maiores titulares de patentes do INPI, o que incluía não somente empresas, mas também ICT, organizações não governamentais e pessoas físicas. Em seguida aplicou-se um filtro, deixando que apenas empresas privadas ou públicas permanecessem na base, agrupando-se as empresas que se fundiram ou foram compradas ao longo dos anos⁷.

⁶ O foco do estudo não contempla a participação de pessoas físicas, em razão da limitação na interpretação dos dados sobre as mesmas. Não é possível saber, *a priori*, qual é o tipo de vínculo que a pessoa mantém com as instituições depositantes – ela pode ser um funcionário da empresa, por exemplo. Assim sendo, não se pode deduzir sobre a teoria de inovação aberta, no qual os processos inovadores colaborativos incluem pessoas sem vínculo formal direto com as empresas. Isto é, não são funcionários vinculados às empresas ou pessoas físicas que trabalham em universidades ou empresas parceiras, tais como empresas de consultoria. Um indicador de que a inovação seria aberta, por exemplo, poderia ser visto confirmando a participação de pesquisadores independentes e até mesmos clientes das empresas.

⁷ Os campos extraídos na pesquisa foram: Número da patente, titular(es), inventor(es), classificação internacional, patentes citadas. É importante ressaltar que a base possui imprecisões devido ao sistema de harmonização. Como as patentes são depositadas em diferentes escritórios de propriedade intelectual, com

3.1 Análise de redes sociais

Como o processo inovador é complexo, a forma como ocorre a interação entre os atores pode definir o resultado do esforço. Sob este contexto, o fluxo de informações decorrente das estruturas cooperativas pode ser interpretado por métricas e grafos de redes sociais. A análise de redes sociais (ARS) trata da interação (conexões) entre atores (nós) e pode ser utilizada em uma variedade de análises, tais como trajetórias tecnológicas (VERSPAGEN, 2007; CHOI ET AL, 2007), cooperação entre empresas, mensurada por questionários e entrevistas (SLAVISA ET AL, 2012), cooperação tecnológica que resultam em patentes (BAZZO, 2010), aplicação de análise de redes para estudar o desenvolvimento de aplicativos *open source* (XU ET AL, 2006).

Neste trabalho, os nós da rede representam os atores, que são classificados em empresas, universidades, centros de pesquisa, órgãos de fomento e pessoas físicas. A rede é formada utilizando a informação de titularidade da base de dados, sendo a figura 1 a representação do racional da abordagem. As ligações da rede são não-direcionais e cada ligação representa uma patente compartilhada.

As métricas de redes sociais utilizadas na análise dos atores foram: grau, grau ponderado, centralidade – proximidade, centralidade – intermediação, excentricidade; ao passo que as utilizadas para caracterizar a rede como um todo foram: grau médio, grau médio ponderado, diâmetro da rede, componentes conectados, componente principal⁸ e densidade.

O grau de um nó representa a quantidade de conexões que ele possui. No caso da rede de co-titularidade patentária, ele representa o número de parceiros que uma instituição possui. Nós com maior grau possuem portfolio de parcerias mais amplo. Já o grau ponderado representa a quantidade de patentes compartilhadas neste caso, já que o peso dado a ligação reflete o número de co-titularidades entre pares de nós. Estas duas medidas são simples, no sentido de que não consideram relações indiretas – isto é, não indica quão bem posicionado está um nó⁹.

Apresenta-se o resultado da cooperação proveniente das patentes depositadas entre 1992 e 2011, identificando parcerias mais relevantes, padrões de relacionamento e o posicionamento das instituições no sistema.

4 Análise dos Resultados

Esta seção trás os resultados referentes a identificação das 50 empresas instaladas no Brasil que mais depositam patentes no INPI (tabela 1). A maior delas é a Petrobrás, com cerca de 2.500 patentes depositadas, seguida pela Whirlpool, com 2.299 patentes. Há um grande salto para a terceira empresa mais inovadora: a AR Brasil compressores possui 751 patentes depositadas. Conjuntamente, essas empresas, sejam nacionais e subsidiárias de transnacionais, depositaram 14.103 patentes em todos os escritórios de propriedade intelectual analisados,

idiomas e alfabetos por vezes distintos, há falhas ortográficas, sobretudo nos nomes dos titulares e inventores. Portanto, a etapa final consistiu na limpeza e organização da base de dados. Um último problema reside na ausência de certas informações. Foram obtidas 94,4% das informações sobre classificação de patentes e apenas 19,5% das informações sobre citações.

⁸ Para uma definição matemática destas medidas, ver Jackson (2008).

⁹ Jackson (2008) considera que o grau e o grau ponderado também são medidas de centralidade, uma vez que conta o número de conexões de um nó. Seria a métrica mais simples de centralidade.

sendo o total de patentes depositadas por empresas instaladas no Brasil no período foi de 172.158. Portanto, estas cinquenta empresas depositaram cerca de 8,2% do total de patentes.

Ao analisar a estratégia de depósitos, se no INPI ou em escritórios estrangeiros, verificou-se que 23 empresas possuem foco no mercado nacional, já que 70% ou mais de seus depósitos foram registrados no INPI; 10 empresas possuem estratégia de proteção no exterior (70% dos depósitos fora do INPI); e as 17 restantes possuem uma estratégia mista. O total de patentes depositadas no INPI é 7.444 (52,8%), ante a 6.659 (47,2%) depositadas no exterior, indicando que, de maneira geral, há uma preocupação em proteger suas inovações tanto em território nacional quanto estrangeiro.

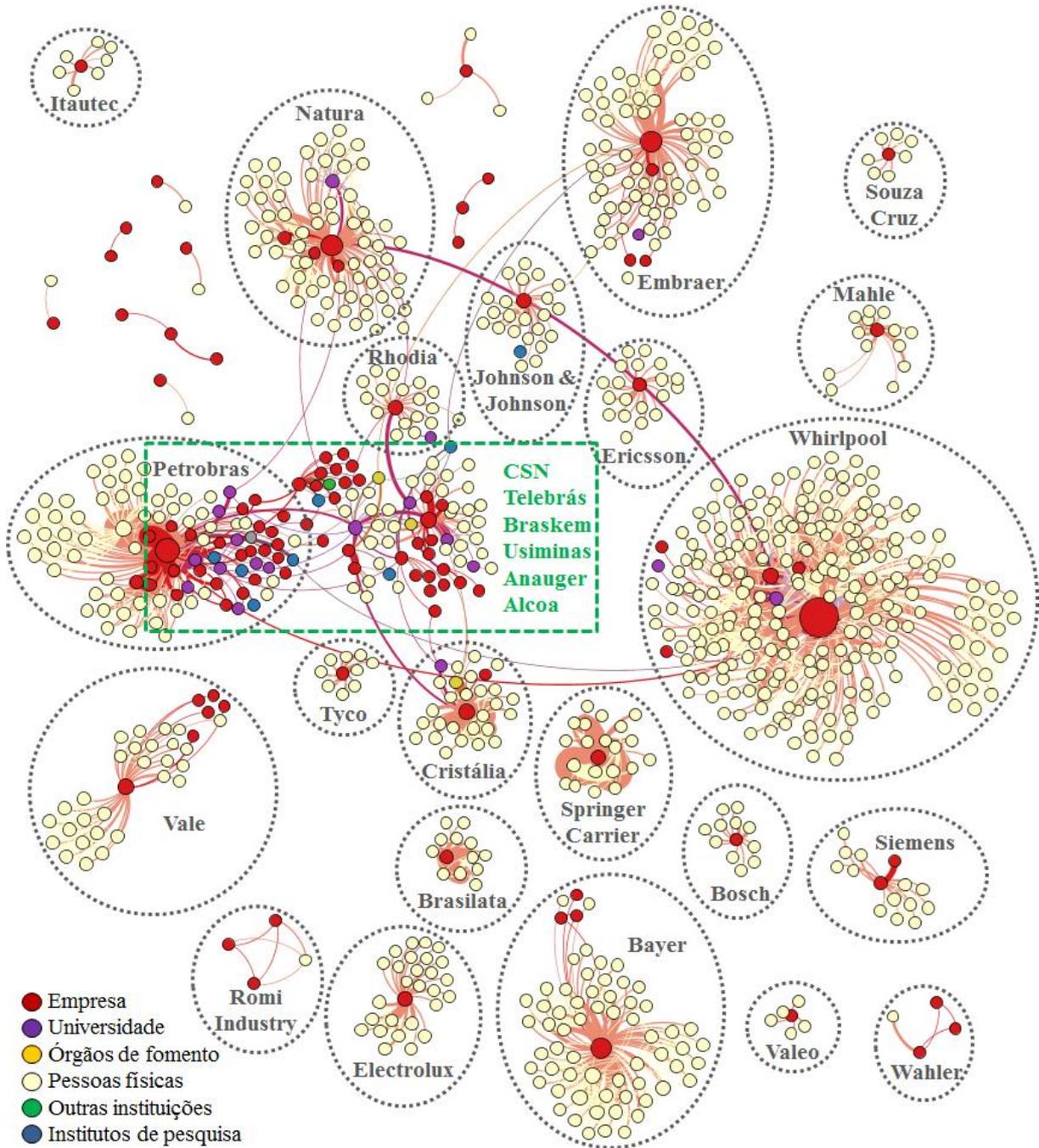
Tabela 1 – Quantidade de patentes depositadas no INPI e no Exterior

	Empresa	Patentes depositadas			Empresa	Patentes depositadas			
		INPI	Exterior	Total		INPI	Exterior	Total	
1	Petrobras	1.160	1.348	2.508	26	Corona	121	2	123
2	Whirlpool	647	1.652	2.299	27	Cristália	20	102	122
3	AR Brasil Compressores	215	536	751	28	Ericsson	44	78	122
4	Arno	494	65	559	29	Duratex	114	5	119
5	Vale	352	186	538	30	Grendene	75	44	119
6	Usiminas	507	28	535	31	Braskem	51	66	117
7	Johnson & Johnson	117	343	460	32	ArcelorMittal	103	6	109
8	Rhodia	257	191	448	33	Marchesan Imp	99	6	105
9	Natura	76	308	384	34	Itautec	71	32	103
10	CSN	313	2	315	35	Alcoa	71	23	94
11	Brasilata	56	239	295	36	Romi Industry	24	69	93
12	Semeato	262	5	267	37	Valeo	66	26	92
13	Mahle	55	188	243	38	Soprano	86	3	89
14	Electrolux	171	65	236	39	Wahler	45	40	85
15	Telebras	153	78	231	40	Rojek	35	48	83
16	Jacto	202	28	230	41	Bayer	15	67	82
17	Metagal	97	126	223	42	Anauger	29	45	74
18	Lorenzetti	196	24	220	43	Dixie Toga	61	6	67
19	Souza Cruz	159	53	212	44	Marcopolo	47	20	67
20	Tigre	190	6	196	45	Amanco	62	1	63
21	Springer Carrier	75	114	189	46	Prada Metalurgia	62	1	63
22	Dana Industry	94	62	156	47	GM	42	11	53
23	Embraer	29	116	145	48	Nilko Metalurgica	27	24	51
24	Siemens	57	81	138	49	Cibie	48	2	50
25	Tyco	43	88	131	50	Keko Acessórios	49	0	49

Dentre as empresas cujo foco é o mercado nacional destacam-se a Arno (88,4% no INPI); a Usiminas (94,8%); a CSN (99,4%); a Semeato (98,1%). Entre as empresas cuja estratégia é a

proteção no mercado internacional destacam-se: Whirlpool (71,9% no exterior); AR Brasil Compressores (71,4%); Johnson & Johnson (74,6%); Natura (80,2%); Brasilata (81%).

Figura 2 – Rede contendo todos os compartilhamentos de patentes observados



Por meio da ARS se construiu a rede de relacionamentos entre empresas (nós vermelhos), pessoas físicas (nós brancos), universidades (nós roxos), órgãos de fomento (nós amarelos), outras instituições (nós verdes) e institutos de pesquisa (nós azuis) (figura 2). As ligações são representadas pelo misto das cores dos nós e o tamanho dos nós está associado à quantidade de patentes compartilhada (grau). A rede é construída com base nas patentes de titularidade compartilhada, onde as ligações informam uma relação de compartilhamento de ao menos uma patente. Ao todo, são 892 nós, sendo 12,7% de empresas (113), 83,9% de pessoas físicas (748), 2,1% de universidades (19), 0,3% de órgãos de fomento (3), 0,1% de outras instituições (1) e 0,9% de institutos de pesquisa (8).

Nota-se que as empresas são as instituições centrais das redes, agrupando uma gama de pessoas físicas como co-titulares ao seu redor¹⁰. Além disso, são poucas as sub-redes que possuem ICT ou órgãos de fomento. Entre os institutos de pesquisa estão o CTA (Centro Técnico Aeroespacial), que compartilha uma patente com a Embraer e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), que é uma das poucas organizações de fomento encontradas na rede; INT (Instituto Nacional de Tecnologia), com parceria com a Petrobrás; IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), associado a Usiminas; Instituto de Medicina Tropical (da Universidade de São Paulo), associado a Johnson & Johnson; IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), associado a Petrobrás; IRD (Instituto de Radioproteção e Dosimetria), associado a Fiocruz, Petrobras e UERJ; a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que compartilha patentes com a Petrobras e a Whirlpool; e o CPQD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações), co-titular de patentes com a Telebras.

As 19 universidades encontradas na rede da figura 2 são: UFSC (154 patentes compartilhadas); Unicamp (36); PUC-RJ (26); UNESP (25); UFRGS (24); UFSCAR (12); UFRJ (10); UFMG (10); UFRN (4); UFBA (3); UERJ (3); ITA (2); Universidade de Valencia (2); e USP, UFC, UFPR, Universidade de Marselha e UDESC (1 cada). Portanto, são 15 universidades públicas nacionais, 2 universidades estrangeiras e apenas uma universidade particular. Por fim, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, que atua com ensino técnico, compartilha 2 patentes com a Petrobras.

Os órgãos de fomento são três apenas: FINEP, com 4 patentes compartilhadas, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), com 14 patentes e o CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), com uma co-titularidade com a Braskem.

É importante notar a forma como a rede é configurada. São várias empresas com redes de compartilhamento próprias – pouco colaborativas, tais como Itautec, Souza Cruz, Mahle, Johnson & Jonhson, Ericsson, Vale, Electrolux, Bayer, Valeo, Wahler, Bosch, Siemens, Brasilata, Springer Carrier, Tyco, dentre outras. Já as empresas Cristalia, AR Brasil Compressores, Whirlpool, Braskem, CSN, Usiminas, Anauger, Alcoa, Telebrás, Petrobras, Rhodia, Natura e Embraer estão conectadas no componente principal da rede (maior quantidade de nós conectados), onde está também o maior emaranhado de ICT e órgãos de fomento da rede – representado pelo retângulo de tracejado verde. Espera-se que o fluxo de informações seja maior nesta área e que, portanto, haja um ambiente mais propício à inovação.

As métricas de ARS indicam que cada nó possui em média 6,2 parceiros (grau), e que a média de patentes compartilhadas é 13 (grau ponderado). O diâmetro da rede é 9, enquanto o número de componentes conectados é de 34, com 610 nós presentes no componente principal da rede (68,4% do total).

A figura 3 apresenta uma rede de patentes compartilhadas com um filtro para pessoas físicas, de forma que as empresas que não formaram parcerias com outras empresas, universidades, institutos de pesquisa ou órgãos de fomento foram retiradas da rede¹¹. As conexões são representadas pela mistura das cores dos nós e a espessura destas representa uma maior quantidade de patentes compartilhadas. Do total de empresas analisadas no trabalho, apenas 21 estão presentes nesta rede: Alcoa, AR Brasil Compressores, Bayer, Braskem, Cristalia,

¹⁰ Pode ser um viés da pesquisa, já que a busca nos bancos de patentes foram feitas selecionando empresas. Resultados diferentes podem ocorrer se as buscas forem realizadas com base em universidades, centros de pesquisa ou mesmo pesquisadores individuais.

¹¹ Se ficassem na rede seriam apenas nós isolados – nada acrescentariam em um estudo de cooperação tecnológica.

CSN, Dana Industry, Embraer, Grendene, Johnson & Johnson, Natura, Petrobras, Rhodia, Rojek, Romi Industry, Siemens, Telebrás, Usiminas, Vale, Wahler e Whirlpool. Portanto 40% das empresas analisadas mantém relações de co-titularidade com outras empresas, ICT órgãos de fomento. O grau médio da rede é de 2,4 (figura 3) indicando que, na média, cada nó possui pouco mais de dois parceiros. O grau médio ponderado é de 9,9, ou seja, cada nó possui, em média, quase dez patentes compartilhadas. O diâmetro desta rede é 7, indicando uma rede relativamente pequena. Além disso, são 10 componentes conectados, sendo que o componente principal abrange 100 nós (78,1% do total). A densidade da rede é de 0,019, indicando que há um grande potencial para o crescimento do número de parcerias.

No que concerne a colaboração pró-inovação, a Whirlpool possui um grande número de patentes compartilhadas com a AR Brasil compressores (46 patentes), com a UFSC (58 patentes) e com a Lupatech (20 patentes), dentre outras. A Petrobras possui 22 co-titularidades com a PUC-RJ, 19 com a Polialden Petroquímica, 28 com a Portobras¹², 26 com a Akzo Nobel. A Petrobras ainda mantém relações de cooperação com várias universidades, tais como a UFBA, UFRJ, UFC, UFRN, UERJ, UFPR, SENAI e Universidade de Valencia; além dos institutos de pesquisa IAPAR, IRD, Embrapa e INT.

É importante notar também, uma relação relevante da Cristália com a FAPESP, que resultou em 15 patentes. E com a UFMG compartilha 4 patentes. A Rhodia divide titularidade com as universidades de Marselha, UFSCAR, UNESP e UNICAMP; enquanto a Braskem faz o mesmo com a USP, UFRGS, UFSCAR e UNICAMP, e CNPQ. Como dito anteriormente, a CSN partilha patentes com o Parque Tecnológico de São Carlos, Petrobras, IPT e várias outras empresas. Por sua vez, a Embraer divide titularidade com o ITA e com o CTA, além de algumas empresas

Como a base de dados foi construída a partir do relacionamento das empresas de interesse – e não das universidades, institutos de pesquisa ou órgãos de fomento; nota-se que as empresas possuem um papel mais relevante na transmissão de informações da rede. Apesar disso, as demais instituições são mais acessíveis na rede. Como a densidade da rede é baixa, há um grande potencial para novas parcerias.

Em suma, a análise mostrou que apesar das 50 empresas instaladas no Brasil que mais depositam patentes possuem um portfólio vasto de patentes – ultrapassando a casa dos milhares para a Petrobras e a Whirlpool e a casa das centenas para diversas empresas – a quantidade de patentes com titularidade compartilhada é restrita. Também foram analisados os depósitos no INPI e no exterior, por meio do qual se notou que a estratégia de depósito da maioria destas empresas é nacional ou mista.

Com relação à rede de relacionamentos, nota-se uma grande quantidade de pessoas físicas como co-titulares e uma pequena quantidade de órgãos de fomento, tais como a FAPESP, FINEP e CNPQ, e os institutos de pesquisa IPT, INT e CTA. Ademais, a maioria das universidades da rede são públicas, com ênfase na co-titularidade para Unicamp, UFSC, UFRGS e UFSCar. A PUC-RJ aparece como a universidade particular com maior relevância. As empresas parceiras mais listadas na divisa de titularidade são a Lupatech, Akzo Nobel, Albemarle, Portobras, Ellingsen, Polialden, Gkss Forschungszentrum, Cognis, Conforja e Brasília Telecom.

Analisando o posicionamento dos nós na rede de patentes, percebe-se que as empresas costumam centralizar as relações com universidades, institutos de pesquisa, órgãos de fomento e pessoas físicas ao redor de si – ainda que este seja um viés da análise devido a metodologia da pesquisa. As empresas de interesse possuem melhor medida de intermediação,

¹² A Portobras foi extinta em 2005, mas há interesse em recriá-la por parte do Governo Federal.

maior grau e maior grau ponderado, indicando maior influência no fluxo de informações da rede. Por sua vez, universidades possuem leve vantagem nos indicadores de proximidade e excentricidade, sugerindo uma maior facilidade para o estabelecimento de novos parceiros.

Nota-se uma grande fragilidade do sistema de inovador. Há poucas empresas que mantêm relações com universidades e governo simultaneamente¹³, que acontecem pela presença de órgãos de fomento. Como a rede é pouco entrelaçada entre universidades e empresas e instituições de fomento, há grande oportunidade para o estímulo de relações, já que uma rede mais entrelaçada seria um indicativo de um SNI mais robusto e com maior poder inovador.

5 Considerações Finais

O processo de inovação compartilhada entre vários atores, tais como empresas, universidades e órgãos governamentais vêm sendo enfatizado na literatura como primordial para a dinâmica inovadora de uma nação. Este trabalho tratou, portanto, de analisar a formação de redes cooperativas pró-inovação no Brasil – a fim de auxiliar no entendimento da produção, assimilação e disseminação da inovação no território nacional.

O estudo foi conduzido à luz de algumas teorias. Primeiro é necessário reforçar que a inovação é fator preponderante na estratégia das empresas, entendida como uma vantagem competitiva perante o mercado (PORTER, 1990). Devido a complexidade do processo inovador, dos altos custos envolvidos em todas as etapas de desenvolvimento e da incerteza associada ao resultado da inovação, a associação entre empresas, universidades e o governo seria uma alternativa que não só viabilizasse a inovação, mas a potencializasse.

Sendo assim, este trabalho tratou de reproduzir, a partir de dados de patentes depositadas em diversos escritórios do mundo, a rede de parcerias das 50 empresas instaladas no Brasil que mais depositam patentes – uma *proxy* para as empresas mais inovadoras. Os dados foram coletados a partir do software *Questel Orbit*, compreendendo o período 1992-2010.

Posteriormente, buscou-se identificar quais das patentes depositadas tinham estavam protegidas em território brasileiro (INPI), inferindo sobre a estratégia de proteção à inovação. Notou-se que a maior parte das empresas de interesse possui estratégia de depósito nacional (70% das patentes depositadas no INPI) ou mista (entre 30% e 70% depositadas no INPI).

Utilizou-se da metodologia de análise de redes sociais para avaliar a configuração da rede de parcerias. Na rede, cada patente partilhada entre dois atores foi representada por uma conexão. A medida que as ligações foram mais intensas, as conexões tornavam-se mais espessas. Os nós foram classificados em empresas, órgãos de fomento, universidades, institutos de pesquisa e outras instituições. O grafo da rede contendo todos os tipos de nós identificou que boa parte das empresas de interesse possuem subredes próprias, apenas com empresa e, principalmente, pessoas físicas parceiras. Ademais, um aglomerado de universidades, institutos de pesquisa e órgãos de fomento foi identificado e nele faziam parte as empresas CSN, Telebrás, Braskem, Usiminas, Anauger e Alcoa. As empresas Petrobras, Rhodia, Natura, Whirlpool, Johnson e Johnson e Cristália também participam do componente principal da rede, mas com maior número de parceiros.

Na rede construída sem a presença de pessoas físicas foi possível identificar que a Petrobras possui um grande número de empresas parceiras, ao passo que a Whirlpool concentra relações

¹³ Não se considera, neste caso, uma universidade pública realizando o papel duplo de universidade e órgão do governo.

com a AR Brasil Compressores e com a UFSC. Os órgãos de fomento presentes na rede são a FAPESP, o CNPQ e a FINEP; ao passo que os institutos de pesquisa são: IPT, IAPAR, INT, Embrapa, IRD, CTA, CPQD e Instituto de Medicina Tropical. A presença do Parque Tecnológico de São Carlos, apesar de compartilhar apenas três patentes, indica que é possível estabelecer este tipo de parceria. É importante notar que nesta rede filtrada, apenas 21 das 50 empresas selecionadas foram encontradas – as demais mantinham relações apenas com pessoas físicas ou não possuíam co-titulares em suas patentes.

Pela própria metodologia da pesquisa, cuja base de patentes foi construída a partir de informações das empresas, encontrou-se que as empresas são nós centrais, intermediando mais relações e estabelecendo maior quantidade de parceiros. Por sua vez, as universidades e institutos de pesquisa estão mais acessíveis, de forma que novas parcerias podem ser incentivadas. O papel preponderante entre as universidades é atribuído às universidades públicas, sobretudo à Unicamp – universidade mais bem posicionada. A UFSC mantém uma relação muito forte com a Whirlpool, a PUC-RJ faz o mesmo com Petrobras e a UFRGS é parceira importante da Braskem. A última, inclusive é a única universidade particular da rede. Por fim, duas universidades estrangeiras foram identificadas: a Universidade de Valencia e a Universidade de Marselha. Com relação às parceiras com as demais empresas, todas foram identificadas como pontuais, com baixa capacidade de intermediação.

Em suma, o conjunto da análise aponta para um SNI pouco elaborado, em virtude de vários fatores: baixa densidade da rede – há muito espaço para novas conexões entre os atores; pequena quantidade de patentes compartilhadas com relação ao total de depósitos concedidos; existência de parcerias pontuais para a maior parte das empresas; e baixa prevalência de parcerias com órgãos de fomento. Além disso, não foram encontrados padrões claros de relacionamento tanto para empresas quanto para universidades e grupos de pesquisa. Sob esta ótica, há muito a ser feito para incentivar novas parcerias e impulsionar a inovação no Brasil.

As principais limitações da análise estão associadas ao viés criado pela amostra, o que acaba por colocar as empresas selecionadas como pontos centrais em subredes, subestimando, por exemplo, o papel de intermediação das universidades. Dessa forma, o aprimoramento da pesquisa pode seguir com a utilização de dados coletados de todas as instituições instaladas no país, sejam elas universidades, centros de pesquisa ou empresas. Para enriquecer a análise, também é sugerida a criação de redes por intervalos de tempo, de modo a identificar a intensificação ou declínio de parcerias.

6. Referências Bibliográficas

ALLEE, V. **Value Network Analysis and value conversion of tangible and intangible assets**. Journal of Intellectual Capital, v. 9, n. 1, p. 5–24, 2008.

BAZZO, K. C. **Redes de cooperação das multinacionais brasileiras: um mapeamento a partir das patentes**. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

BODAS FREITAS, I. M.; MARQUES, R. A.; SILVA, E. M. P. **University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries**. Research Policy (In press – corrected proof), 2012.

CHESBROUGH, H. W. **The era of open innovation**. MIT Sloan Management Review, v. 44, n. 3, p. 34–42, 2003.

CHOI, C.; KIM, S.; PARK, Y. **A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: The case of information and communication technology.** *Technological Forecasting & Social Change*, n. 74, p. 1296–1314, 2007.

ETZKOWITZ, H. **Innovation in innovation: The Triple-Helix of university-industry-government relations.** *Social Science Information*, v. 42, n. 3, p. 293–337, 2003.

FORAY, D.; LISSONI, F. **Chapter 6 - University Research and Public-Private Interaction,** In: HALL, B. H.; ROSENBERG, N. (Editores). *Handbook of the Economics of Innovation*, North-Holland, 2010, v. 1, p. 275–314.

FREEMAN, C. **The ‘National System of Innovation’ in historical perspective.** *Cambridge Journal of Economics*, n. 19, p. 5–24, 1995.

FREEMAN, C. **Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth.** *Research Policy*, n. 31, p. 191–211, 2002.

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*, v. 31, n. 8, p. 679–693, 2002.

DI GREGORIO, D.; SHANE, S. **Why do some universities generate more start-ups than others?** *Research Policy*, n. 32, p. 209–227, 2003.

HUGGINS, R.; PROKOP, D.; JOHNSTON, A.; STEFFERSON, R.; CLIFTON, N. **Small Firm-University Knowledge Networks: Evidence from the UK and the US.** Paper presented at the Triple Helix IX Conference, Stanford University, California, Julho, 2011

JUMA, C.; YEE-CHEONG, L. **Innovation: applying knowledge in development.** UN Millenium Project, Task Force on Science, Technology, and Innovation. Londres, 2005.

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. **Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations.** *Science and Public Policy*, v. 23, p. 279–286, 1996.

LUNDEVALL, B-A. (Editor). **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning.** Ed. Pinter, Londres, 1992.

MARKARD, J.; TRUFFER, B. **Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework.** *Research Policy*, v. 37, p. 596–615, 2008.

NELSON, R. R. (Editor). **National innovation systems: A comparative analysis.** Oxford University Press, Londres, 541 p., 1993.

OCDE. **The knowledge-based economy.** Paris, 1996.

PORTO, G. S. **A decisão de cooperação Universidade - Empresa sob a ótica dos coordenadores de grupos de pesquisa da USP.** 2006. 175 f., Tese (Livre Docência) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

RAPINI, M. S. **Interação Universidade-Empresa no Brasil: Evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.** *Estudos Econômicos*, v. 37, n. 1, p. 211–233, 2007.

SANCHEZ, T. W. S.; PAULA, M. C. S. **Desafios institucionais para o setor de ciência e tecnologia: o sistema nacional de ciência e inovação tecnológica.** *Parcerias estratégicas*, n. 13, 2001.

SLAVISA, I.; SOUSA, C.; FONTES, M. **Topologies of innovation networks in knowledge-intensive sectors: Sectoral differences in the access to knowledge and complementary assets through formal and informal ties.** *Technovation*, v. 32, p. 380–399, 2012.

SOUZA, S. D. C.; ARICA, J. Mudança tecnológica e estratificação competitiva em um arranjo produtivo do setor ceramista. Produção, v. 16, n. 1, p. 88-99, 2006.

TETHER, B. Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. Research Policy, v. 31, p. 947-967, 2002.

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) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

VERSPAGEN, B. Mapping technological trajectories as patente citation networks: a study on the history of fuel cell research. Advances in complex systems, v. 10, n. 1, p. 93-115, 2007.

VEUGELERS, R.; CASSIMAN, B. R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. International Journal of Industrial Organization, v. 23, p. 355-379, 2005.

XU, J.; CHRISTLEY, S.; MADEY, G. Application of Social Network Analysis to study of Opens Source Software. In: BITZER, J.; SCHRODER, P. H. J. The economics of Open Source Software Development, Ed. Elsevier, 2006.