



Área Temática: 4 Redes e sistemas urbanos, regionais e nacionais

4.4 Redes de inovação – alianças de P&D, interações universidade-empresa, outras redes

**Um olhar sobre as interações dos grupos de pesquisa da área
das Ciências da Saúde do Rio Grande do Sul a partir de suas principais comunidades**

Ana Lúcia Tatsch (UFRGS), Janaina Ruffoni (UNISINOS), Marisa Botelho (UFU)

Resumo

Este trabalho examina as características das redes de interação voltadas à geração e difusão de conhecimentos e inovação, estruturadas a partir dos grupos de pesquisa da área das Ciências da Saúde do RS e outras organizações (como firmas, hospitais, universidades, etc.). Isso é feito a partir da identificação dos atores centrais e suas interações; no jargão técnico, a partir das principais comunidades identificadas nas redes. As redes foram elaboradas pelo método da *Social Network Analysis* com dados do DGP/CNPq para os anos de 2010, 2014 e 2016. Dentre os atores centrais identificados nas comunidades, destacam-se quatro: o grupo Biomecânica do Calçado, vinculado ao Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos; a Universidade Federal do Rio Grande do Sul; o Hospital de Clínicas de Porto Alegre, justo seu hospital escola; e a Universidade Federal de Santa Maria, localizada no interior do estado.

Palavras-chave: Sistemas de Inovação em Saúde; Colaborações universidade-organizações; redes de interação; Rio Grande do Sul.

Abstract

This work examines the characteristics of interaction networks focused on the generation and diffusion of knowledge and innovation, structured from the research groups of the Health Sciences area of RS and other organizations (such as firms, hospitals, universities, etc.). This is done by identifying the central actors and their interactions; in technical jargon, from the main communities identified in the networks. The networks were elaborated using the Social Network Analysis method with data from the DGP / CNPq for the years 2010, 2014 and 2016. Among the central actors identified in the communities, four stand out: the Biomechanics of Footwear group, linked to the Brazilian Institute for Leather Technology, Footwear and Artifacts; the Federal University of Rio Grande do Sul; the Porto Alegre Clinical Hospital, just his school hospital; and the Federal University of Santa Maria, located in the interior of the state.

Keywords: Health Innovation System; university-organizations collaboration; interaction networks; Rio Grande do Sul.

JEL: D83, I15, O30

1. Introdução

O enfrentamento dos novos e crescentes desafios na área da saúde tem sido levado a cabo por meio de diversos tipos de redes de cooperação, como mostram importantes estudos recentes. Estes estudos evidenciam o caráter evolucionário das inovações nessa área do conhecimento, desencadeadas a partir de interações entre diversos agentes (METCALFE; JAMES; MINA, 2005; WINDRUM; GARCÍA-GOÑI, 2008; CONSOLI; MINA, 2009; MORLACCHI; NELSON, 2011). Dentre tais atores, sobressaem os hospitais, as universidades e as firmas. Em decorrência, as redes estruturadas por múltiplos agentes são a forma organizacional típica para se gerar conhecimentos e levar adiante processos inovativos na área da saúde.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é examinar as características das redes de interação entre grupos de pesquisa da área das Ciências da Saúde e outras organizações¹ no Rio Grande do Sul (RS). Para tanto, são analisados os conjuntos centrais de atores (comunidades) que mais explicam as interações nas redes. As questões que este artigo pretende responder são: *O que as principais comunidades explicam sobre as parcerias entre os grupos de pesquisa e diversas organizações? Quais são os atores em destaque nessas redes de interações? Quais são suas características?*

Visa-se examinar, assim, como as redes de interações têm se caracterizado ao longo do tempo (de 2010 a 2016), como têm evoluído em termos de suas características quanto a atores participantes e interações entre eles, assim como quanto a grupos de atores centrais (comunidades), qualificando os tipos de relacionamento objeto das parcerias, as áreas de conhecimento, e a localização dos parceiros. Dessa forma, busca-se contribuir para a caracterização de processos que transferem e geram conhecimento e inovação no setor de saúde em países emergentes como o Brasil. Este tema é ainda muito pouco estudado para os países em desenvolvimento, que apresentam diversas especificidades neste campo de análise.

Para realizar essa pesquisa, o RS foi selecionado como objeto de estudo. Tal estado é o terceiro do Brasil em número total de grupos de pesquisa, grupos em saúde, e grupos com interações, ficando atrás apenas de São Paulo e do Rio de Janeiro (BRASIL, 2017). A Região Metropolitana de Porto Alegre foi identificada por Chaves e Albuquerque (2006) como uma das regiões brasileiras com maior especialização científica em saúde.

Na busca por identificar os atores e suas interações, dados secundários foram coletados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq). A partir desses dados, foram construídas redes que evidenciam as interações dos grupos de pesquisa com organizações diversas. Valeu-se da *Social Network Analysis* (SNA) para a elaboração dessas redes. Dessa forma, foi possível realizar um exame longitudinal, avaliando as variações das características das redes ao longo período.

O artigo está dividido em quatro seções, além desta introdução. Na segunda parte, o referencial teórico que sustenta este estudo é explicado resumidamente. Na seção seguinte, procedimentos metodológicos são descritos e, posteriormente, os resultados do estudo são discutidos. As considerações finais podem ser encontradas na última parte deste documento.

2. Referencial teórico

Desde a emergência do paradigma tecnológico-produtivo identificado com a III Revolução Industrial se discute o crescimento de redes de empresas, com diversos formatos organizacionais. Há um conjunto de razões que sustentam o ponto de vista de que as redes são o formato organizacional típico desse novo paradigma.

Collective invention e inventors networks têm crescido em importância nas últimas décadas em virtude de quatro razões principais, segundo o argumento de Powell e Giannella (2010): i) o crescimento do estoque de conhecimento leva à necessidade de buscar *expertise* fora dos limites das organizações; ii) a

¹ É importante ressaltar que o termo “universidade-empresa”, comumente usado na literatura nacional, ou “university-industry”, empregado no referencial internacional, será substituído por “universidade-organizações”, pois, devido às suas múltiplas e distintas interações, o setor da saúde exige abordagem mais ampla. Uma razão adicional para fazer uso desse termo se baseia no significado atribuído à “empresa” no banco de dados consultado para a coleta de dados secundários, não sendo usado *stricto sensu* como “firma”, mas como “organizações de um modo geral”, abrangendo universidades, unidades de governo das cidades, associações, hospitais e outros grupos de pesquisa.

diversificação das fontes de conhecimento potencialmente complementares estimulam o engajamento em comunidades externas; iii) a emergência de novas formas de governança leva à uma redução de custos da invenção coletiva (facilitada pelas tecnologias de comunicação); iv) a invenção coletiva é estimulada também pelas persistentes mudanças nas relações interindustriais que resultam de novas oportunidades tecnológicas.

Dados os crescentes e complexos desafios que cercam a atividade inovativa, as redes com participação de universidades e centros de pesquisa têm se tornado mais e mais importantes. Há uma vasta literatura que analisa esse fenômeno, sintetizada por Mowery e Sampat (2006).

Estes autores analisam as diversas abordagens dedicadas à análise das relações universidades-empresas (U-E), como a da "Triple Helix" (ETZKOWITZ, 1998; ETZKOWITZ; LEYDESDORF, 2000), que se centra nas interações entre universidades, empresas e governos com vistas à potencializar a atividade inovativa. Etzkowitz e Zhou (2008) discutem as mudanças no papel social das universidades o processo de redefinição de suas funções nas últimas décadas, do qual emerge a *entrepreneurial university*, como uma instituição que interage com atores de outras esferas institucionais de forma a contribuir na promoção do desenvolvimento econômico e social.

A despeito da importância dessas relações para a atividade inovativa, há uma série de tensões que emergem na sua estruturação, como decorrência das diferentes funções sociais de universidades e empresas (MOWERY; SAMPAT, 2006). Foray e Lissoni (2010) aprofundam essa discussão, abordando os dilemas que cercam essas interações, em torno de questões como os *trade-offs* entre pesquisa básica e aplicada e os que se dão em torno da apropriabilidade das inovações.

A abordagem da Hélice Tripla, bem como outras que mostram os casos paradigmáticos de interação U-E, têm como referência mecanismos bem-sucedidos de interação U-E que, em geral, situam-se nos países desenvolvidos. Fluxos bidirecionais de informações e conhecimentos entre esses agentes determinam *feedbacks* positivos que permitem gerar inovações e novas possibilidades de investigação futura, na forma de círculos virtuosos.

Diversos trabalhos destacam, ao analisar esses fluxos nos países em desenvolvimento, que as interações, em geral, são mais limitadas e/ou menos virtuosas. Tomando como referência países da América Latina, Dutrénit e Arza (2015) mostram que as interações U-E são típicas de sistemas de inovação classificados como imaturos. Como discutido pelas autoras, os benefícios da interação são vistos de forma diferente por universidades e empresas, o que dificulta a ocorrência de fluxos bidirecionais.

Para o caso brasileiro, Suzigan e Albuquerque (2011) concluem que o caráter tardio da criação de instituições de ensino e pesquisa e universidades no país, junto à industrialização tardia, justifica a baixa interação entre ciência e tecnologia. O padrão de interação U-E no Brasil é caracterizado por "pontos de interação" (RAPINI; RIGHI, 2006; RAPINI, 2007) ou "ilhas de excelência" (ALBUQUERQUE, 2009) que, entretanto, não se difundem pelo tecido socioeconômico.

Ao fazer um balanço dos dados da pesquisa que fundamentou as conclusões acima², Pinho (2018, p. 52) conclui que

[...] é mais razoável admitir que as relações entre universidades e empresas no Brasil não apenas existem, mas são relativamente intensas. Porém, coerentemente ao perfil das demandas tecnológicas colocadas pelas empresas, o relacionamento não costuma estar voltado a inovações de maior alcance, calcadas na vanguarda do conhecimento científico. O escopo dessas relações seria, mais do que condicionado, definido e restringido por características estruturais da dinâmica tecnológica periférica.

Em relação à área da saúde humana, foco do presente trabalho, Gelijns e Rosenberg (1994) destacaram, de forma pioneira, a necessidade de vários tipos de interações para levar a cabo as atividades inovativas, dada a grande complexidade por trás da mudança tecnológica nesse campo do conhecimento.

Estes e outros autores destacaram o caráter evolucionário da inovação na área da saúde humana e a necessidade de considerar o papel dos serviços, em especial dos hospitais, para a inovação na área da saúde (DJELALL; GALLOUJ, 2005; WINDRUM; GARCÍA-GOÑI, 2008; BARBOSA; GADELHA, 2012; THUNE; MINA, 2016).

² O denominado BR *Survey* é composto por questionários respondidos em 2008 por 1.005 líderes de grupos de pesquisa. Pelo lado das empresas, em 2009, foram obtidas 324 respostas (PINHO, 2018).

Nessa direção, um importante conjunto de estudos recentes, baseados no referencial neoschumpeteriano, mostra como as atividades inovativas em saúde humana se desenvolvem na prática. Metcalfe, James e Mina (2005) discutem o desenvolvimento de lentes intraoculares para tratamentos de catarata no campo oftalmológico. As inovações em tratamentos para glaucoma e para doenças coronarianas são discutidas por Consoli e Mina (2009). Morlacchi e Nelson (2011) mostram o surgimento e evolução de um tratamento para insuficiência cardíaca avançada baseado em um dispositivo implantável. Todos esses estudos destacam a complexidade, a interdisciplinaridade e a diversidade de agentes envolvidos nas atividades inovativas. Em relação à diversidade de agentes, Metcalfe, James e Mina (2005), Mina *et al.* (2007) e Ramlogan *et al.* (2007) mostram que as interações se constroem em torno da necessidade de resposta aos problemas específicos que se apresentam em cada fase do processo inovativo. Há fases em que predominam interações entre instituições voltadas à geração de novo conhecimento, como universidades e centros de pesquisa, e outras em que as empresas têm papel importante, especialmente em função do potencial de apropriação dos resultados econômicos da inovação. Portanto, os agentes que formam o sistema nas diferentes fases são distintos.

A pesquisa sobre a geração de conhecimento e interações para a inovação na área de saúde humana no Brasil é bastante recente. Chaves e Albuquerque (2006), ao discutir as relações entre atividades científicas e tecnológicas na área da saúde no Brasil, concluem que há desconexão entre essas atividades. As razões repousam na baixa produção científica, insuficiente para desencadear um círculo virtuoso de estímulo às atividades tecnológicas, e na pequena produção industrial nessa área, incapaz de gerar os *feedbacks* positivos para a área científica.

Esta conclusão também foi obtida no estudo de Botelho e Tatsch (2015), onde se analisou as interações propiciadas pela presença de hospitais universitários que atuam como grandes prestadores de serviços de saúde e como *locus* principal da pesquisa acadêmica em saúde humana. O estudo tomou como referência os hospitais universitários da região metropolitana de Porto Alegre (RS) e do Triângulo Mineiro (MG).

Em estudo sobre a indústria farmacêutica brasileira, Paranhos e Hasenclever (2011) concluem que as empresas nacionais desse setor interagem de forma muito limitada com universidades, o que as diferencia das empresas de outros países. O baixo conteúdo inovativo da indústria brasileira de medicamentos é uma das razões apontadas pelas autoras para essa realidade, ou seja, há uma baixa demanda tecnológica, o que vai ao encontro dos argumentos de Pinho (2018).

O Quadro 1 adiante apresenta uma síntese da literatura de referência para o presente artigo.

3. Procedimentos metodológicos

Nesse estudo, adotou-se o método de *Social Network Analysis* (SNA) para exame das redes de interação entre **grupos de pesquisa**, que fazem parte do sistema de inovação em saúde do RS, e **organizações** em geral. Para a análise das redes, utilizou-se os dados informados pelos grupos de pesquisa e divulgados pelos censos do DGP/CNPq para os anos de 2010, 2014 e 2016³. A partir do DGP/CNPq, foram selecionados os grupos de pesquisa da grande área de conhecimento de Ciências da Saúde localizados no RS que informaram interagir com, pelo menos, alguma organização nos três Censos investigados. Tais grupos foram codificados considerando os seguintes critérios: sigla da instituição de origem do grupo; 2) sigla da área de conhecimento⁴; e 3) número do grupo da área de conhecimento presente na mesma instituição. Após essa etapa, buscou-se assimetria entre os códigos dos grupos dos períodos analisados, dado que alguns grupos deixaram de existir no período, ou foram criados depois de 2010. Em função disso, os códigos dos grupos de pesquisa de 2014 e 2016 não seguem uma ordem numérica ininterrupta, como ocorreu para 2010.

³ O último Censo disponível é o de 2016. Os dados dos Censos do DGP/CNPq são reportados bianualmente. Em 2012, não foi realizado censo, conforme informado em <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/censos-realizados/>.

⁴ As siglas empregadas foram as seguintes: ‘phed’ para Educação Física, ‘nur’ para Enfermagem, ‘phar’ para Farmácia, ‘pot’ para Fisioterapia e Terapia Ocupacional, ‘st’ para Fonoaudiologia, ‘med’ para Medicina, ‘nut’ para Nutrição, ‘dent’ para Odontologia e ‘ch’ para Saúde Coletiva.

Quadro 1 - Síntese dos estudos sobre geração de conhecimento e inovação na área de saúde humana

Artigos	Objetivo	Método	Atores	Região/País
Gelijns e Rosenberg (1994)	Inovações em saúde como um processo evolucionário; Desenvolvimento de equipamentos médicos	Conceitual, qualitativo	Cientistas; Hospitais; Firmas	Estados Unidos
Djelall e Gallouj (2005)	Papel dos hospitais na inovação em saúde	Conceitual	Organizações com as quais os hospitais se relacionam: firmas (fornecedoras diversas), órgãos reguladores, dentre outros	Não se aplica
Mina <i>et al.</i> (2007)	Inovações em saúde como um processo evolucionário; Analisar a evolução da inovação no tratamento de doenças coronárias ao longo de três décadas	Métodos quantitativo e qualitativo	Cientistas; Técnicos; Profissionais; Órgãos reguladores; Pacientes	Não há indicação de quantos países foram a origem dos 11.240 artigos e 5.136 patentes depositadas nos EUA analisados no artigo
Metcalfe, James e Mina (2005)	Inovações em saúde como processo evolucionário; Analisar a evolução da inovação no tratamento de catarata ao longo de três décadas	Métodos quantitativo e qualitativo	Cientistas; Técnicos; Profissionais; Órgãos reguladores; Pacientes	Não há indicação de quantos países foram a origem dos dados utilizados
Chaves e Albuquerque (2006)	Analisar as interações entre as atividades científicas e tecnológicas no sistema de inovação em saúde	Métodos quantitativo e qualitativo	Cientistas; Demais instituições proprietárias de patentes	Brasil
Windrum e García-Goñi (2008)	Cirurgias ambulatoriais, com foco em inovação nos serviços médicos	Conceitual, qualitativo	Prestadores de serviços médicos; Pacientes; Órgãos de governo	Espanha
Consoli e Mina (2009)	Sistemas de Inovação em Saúde; Inovações em saúde como um processo evolucionário; Analisar a evolução dos tratamentos para glaucoma e doenças coronarianas	Métodos mistos - quantitativo e qualitativo	Hospitais universitários; Hospitais gerais; Firmas; Fundações	Não há indicação de quantos países foram a origem dos 23.854 artigos referentes aos tratamentos de glaucoma e doenças coronarianas
Ramlogan <i>et al.</i> (2009)	Analisar a evolução da inovação nos tratamentos para glaucoma ao longo de 5 décadas e doenças coronarianas ao longo de 3 décadas	Quantitativo - análise de redes com dados bibliométricos	Hospitais universitários; Hospitais gerais; Firmas; Fundações; Institutos de pesquisa independentes; Firmas; Departamentos de governo	Foram identificados 106 nós (países/estados dos EUA) para os tratamentos cardiológicos e 137 nós para o tratamento de glaucoma
Morlacchi e Nelson (2011)	Inovações em saúde como um processo evolucionário; Dispositivo de assistência ventricular esquerda	Conceitual, qualitativo	Cientistas; Profissionais; Departamentos de governo	Não se aplica
Nelson <i>et al.</i> (2011)	Inovações em saúde como um processo evolucionário	Conceitual, qualitativo	Cientistas; Hospitais; Firmas; Pacientes	Não se aplica
Barbosa e Gadelha (2012)	Analisar o papel dos hospitais na geração de inovações a partir do Complexo Econômico-Industrial da Saúde	Conceitual, qualitativo	Hospitais; Firmas	Brasil
Paranhos e Hasenclever (2011)	Analisar o papel das universidades na geração de inovações na indústria farmacêutica brasileira	Métodos quantitativo e qualitativo	Universidades; Firmas	Brasil
Botelho e Tatsch (2015)	Analisar as interações propiciadas pela presença de hospitais universitários	Métodos quantitativo e qualitativo	Hospitais universitários; Firmas	Brasil
Thune e Mina (2016)	Analisar o papel dos hospitais na geração de inovações	Artigo de revisão	Hospitais; Indústria na área médica; Governo e instituições de regulação	Não se aplica

Fonte: Elaboração própria. Adaptada de Thune e Mina (2016). Nota: “Não se aplica” indica que não há referência a países ou regiões, dado que os artigos são conceituais.

Posteriormente, foram criados códigos também para as organizações com as quais os grupos de pesquisa informaram interagir. O padrão para geração desses códigos incluiu: 1) sigla do nome da organização; 2) tipo e localização da organização. Cinco tipos de organizações foram identificados: *Association* (A), *Firm* (F), *Public Institution* (PI), *University* (U) e *Hospital* (H). Em relação à localização das organizações, seguiu-se o padrão: Local (L) para organizações localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA); Rio Grande do Sul (RS) para organizações localizadas no estado, exceto na RMPA; Brasil (BR) para organizações localizadas no país, mas não no RS; e *Foreign* (F) para organizações localizadas no exterior. Por fim, os códigos gerados em cada Censo foram utilizados para a construção da base de matrizes quadráticas necessárias para o tratamento dos dados conforme a SNA.

Para analisar os tipos de relacionamento estabelecidos entre os atores das redes, optou-se por utilizar a metodologia apresentada por Schaeffer *et al.* (2016) por se tratar de uma contextualização das tipologias de relacionamento oficiais do DGP/CNPq à luz da literatura sobre sistemas inovativos. A tipologia dos autores busca diferenciar as interações voltadas para a prática e aplicações de curto prazo daquelas voltadas à pesquisa conjunta de longo prazo, que levam ao aumento da geração de conhecimento. Para tanto, conforme se pode ver no Quadro 2, treze tipos de relacionamento informados pelo DGP/CNPq são resumidos em cinco categorias: *Training-oriented* (TR), *Diffusion-oriented* (DI), *Service-oriented* (SE), *Development-oriented* (DE) e *Research-oriented* (RE). Os autores não incluem o tipo de relacionamento “Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores” informado pelo DGP e, portanto, uma sexta categoria foi adicionada à tipologia: *Other* (O).

Quadro 2 – Tipologias dos tipos de relacionamento

DGP/CNPq	Schaeffer <i>et al.</i>
Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenv. de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	<i>Development-oriented</i>
Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equip. para o grupo	
Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	
Desenvolvimento de software não-rotineiro para o grupo pelo parceiro	<i>Diffusion-oriented</i>
Desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo	
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	<i>Research-oriented</i>
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	
Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	<i>Service-oriented</i>
Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	
Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	
Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento "em serviço"	<i>Training-oriented</i>
Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento "em serviço"	
Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores.	<i>Other</i>

Fonte: Elaboração própria a partir de Schaeffer *et al.* (2016).

A escolha pelo método de SNA para a análise das redes justifica-se por permitir analisar as interações para além de estatísticas descritivas dos dados secundários e proporcionar um olhar para indicadores relevantes para o propósito deste estudo, tais como: densidade e centralidade dos atores da rede e comunidades de atores que se formam nas redes gerais. Para a identificação dessas comunidades, adota-se a análise por modularidade. Neste tipo de análise objetiva-se distinguir as comunidades (ou grupos de nós) presentes nas redes, as quais têm padrões de interação próprios que as tornam um *cluster* com características particulares (NEWMAN, 2006). Dentre os diversos softwares disponíveis para análise de redes, optou-se pelo *Gephi*.

4. Discussão dos Resultados

A partir dos censos dos anos de 2010, 2014 e 2016, na Tabela 1, são apresentadas informações relativas aos grupos da área das Ciências da Saúde no RS. Verifica-se que houve significativo aumento tanto no número de grupos de pesquisa dessa área no período quanto daqueles grupos que estabelecem interações com variadas organizações. Em 2016, por exemplo, os 180 grupos, que declararam interagir, o fazem com

200 organizações, envolvendo 368 interações. Entre 2010 e 2016, houve um incremento significativo das interações declaradas pelos grupos⁵. A maior parte dos grupos vincula-se a universidades, mas não só. Há também grupos cujos hospitais são seu *locus*.

Tabela 1 - Ciências da Saúde no RS: grupos, interações e organizações (2010, 2014 e 2016)

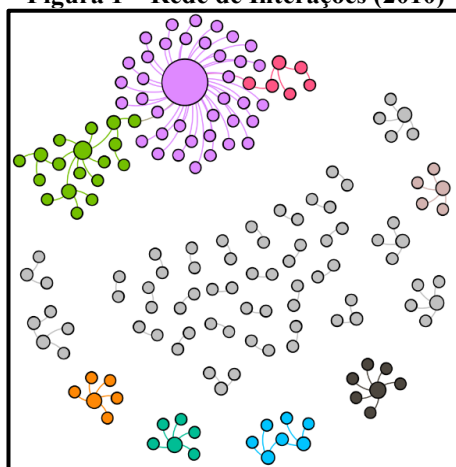
	Total de Grupos	Grupos Interativos	Organizações Interativas	Interações
2010	467	53	112	130
2014	528	121	150	240
2016	609	180	200	368

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DGP/CNPq (2018).

A seguir, apresentam-se as redes - Figuras 1, 2 e 3 - geradas com o software *Gephi* para os três anos estudados (2010, 2014 e 2016). Nestas redes, os 'nós' representam os diferentes tipos de atores que as formam - grupos de pesquisa, hospitais, firmas, entre outros, tal como descrito anteriormente – e suas interações estão representadas pelas arestas (linhas) que conectam esses nós. As redes apresentadas consideram todas as conexões existentes (*in e out degree*), o que permite caracterizar tanto os atores que informam interagir (os grupos de pesquisa) quanto aqueles que são parceiros (universidades, firmas, hospitais, etc.).

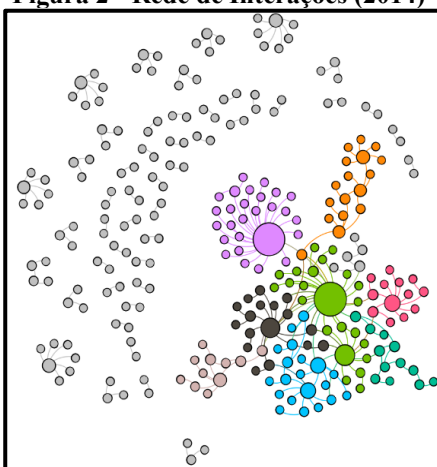
Nas três Figuras fica evidente, mesmo visualmente, o crescimento do número de nós e interações (arestas) de 2010 a 2016. Os nós representam tanto os grupos de pesquisa quanto os parceiros. Verifica-se que há nós de tamanhos diversos, o que indica suas diferentes posições na rede. Quanto maior o nó, maior sua centralidade nas redes. Centralidade no sentido de estabelecer um maior número de conexões com organizações parceiras.

Figura 1 – Rede de Interações (2010)



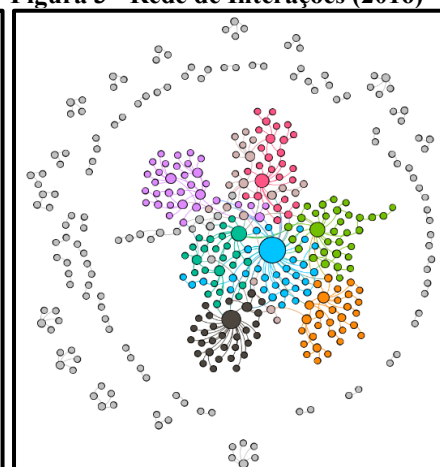
Fonte: Dados DGP 2010 / *Gephi*

Figura 2 - Rede de Interações (2014)



Fonte: Dados DGP 2014 / *Gephi*

Figura 3 - Rede de Interações (2016)



Fonte: Dados DGP 2016 / *Gephi*

Para melhor compreender as redes estudadas, foram calculados indicadores de estrutura (densidade) e de posição (centralidade), como também identificadas comunidades (*clusters*) de atores nas redes. Os indicadores são apresentados na Tabela 2. O primeiro indicador refere-se à 'Centralidade', medida pelo *Freeman's Method* (FREEMAN, 1977). É definida como o número de ligações/conexões incidentes em um ator. Segundo os dados da Tabela, em média, cada ator tem aproximadamente menos de uma ligação. Os valores identificados informam que a centralidade é muito baixa nas três redes. Esse resultado corrobora a característica da dispersão das interações nas redes.

⁵ É importante sublinhar que as informações sobre as interações dos grupos de pesquisa, por questões metodológicas e de estrutura do instrumento de coleta, subestimam a identificação de colaborações no ano de 2010.

Tabela 2 - Indicadores de estrutura da rede (2010, 2014 e 2016)

Indicadores de Rede	2010	2014	2016
Centralidade Média	0,788	0,886	0,968
Densidade Média	0,005	0,003	0,003
Modularidade	0,866	0,852	0,812

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DGP/CNPq (2018).

A 'Densidade' é definida pela soma de todas as conexões existentes, dividida pelo número teórico de conexões possíveis. Para 2010, a densidade é igual 0,005; o que informa que 0,5% dos links possíveis estão presentes na rede. Em 2014 e 2016, esse indicador revelou redes ainda menos densas. Para ambos os anos, a densidade é 0,003, indicando que 0,3% das ligações possíveis estão ocorrendo. Assim, apesar do aumento do número de atores e de interações nas redes ao longo do tempo, isso não foi suficiente para tornar a rede mais densa. Isso porque grande parte dos atores informa ter somente uma interação com um outro ator. Nas Figuras isso fica explícito ao se observar os nós em cinza (mais periféricos). Nesses casos, há interações que ligam somente dois atores entre si.

Quanto à 'Modularidade', as três redes possuem valores semelhantes e próximos de 1; o que caracteriza redes com alta modularidade⁶. Nessas redes com alta modularidade observam-se fortes conexões entre os nós que compõem as comunidades e conexões fracas entre nós em diferentes comunidades. A suposição básica da análise de modularidade é que as comunidades (ou grupos de nós) têm padrões de interação que os tornam diferentes do resto da rede (BLONDEL *et al.*, 2008).

Conforme se pode ver nas Figuras apresentadas anteriormente, as comunidades são representadas por cores diversas em cada rede de cada ano. Cada grupo de atores de uma mesma cor representa uma comunidade. Nas Figuras 4, 5 e 6, mostram-se tais comunidades em destaque para cada ano, com seus respectivos indicadores. Vale notar que para cada comunidade, de cada ano, foi atribuído um código (C1, C2, C3, ... e assim sucessivamente). As comunidades estão organizadas em ordem decrescente no que tange ao indicador de modularidade. Em outras palavras, a disposição das comunidades obedece a ordem decrescente do percentual que representam em cada ano. Assim, a C1 será sempre aquela comunidade que terá maior modularidade na rede do ano em questão.

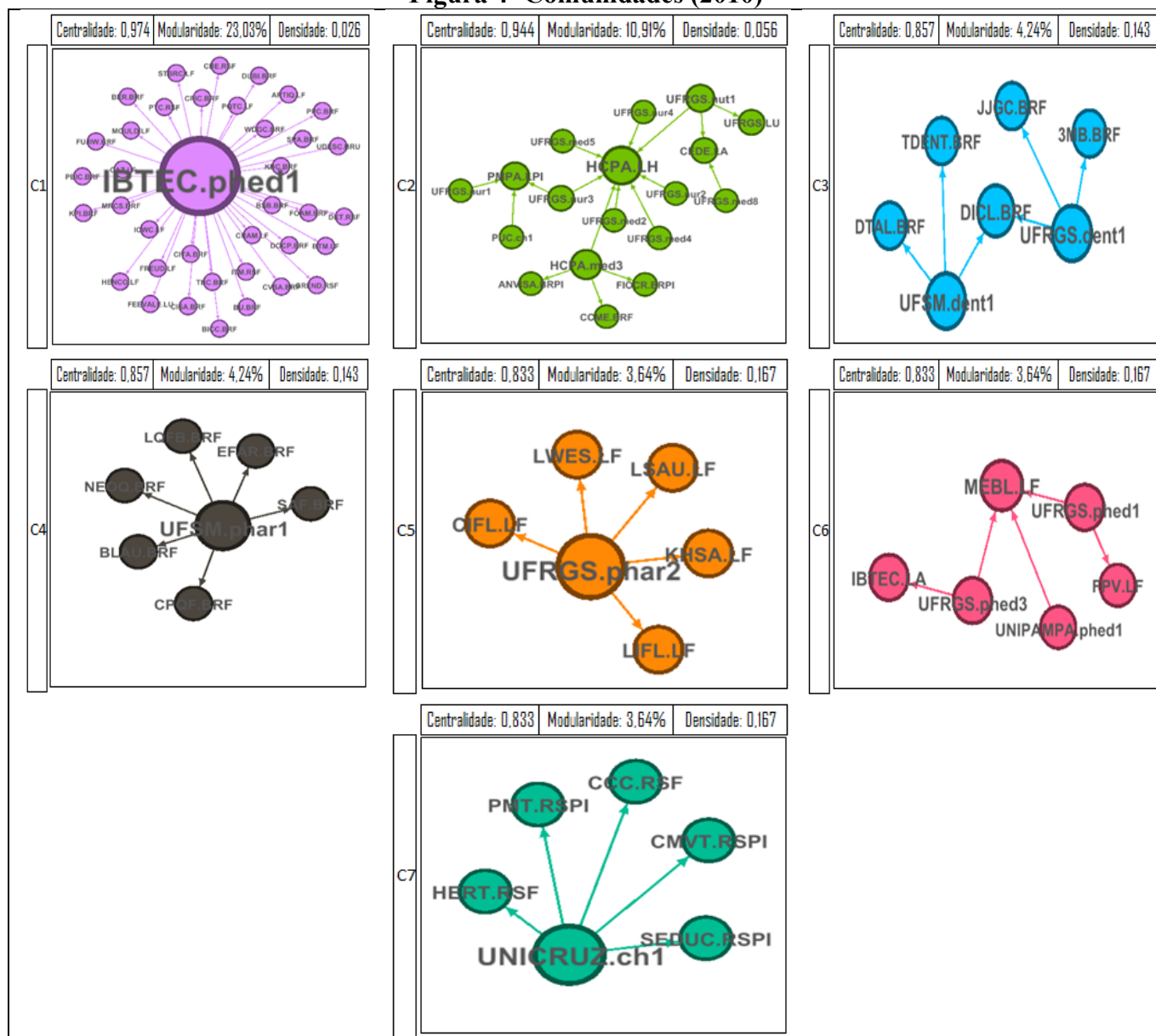
Percebe-se que, no conjunto de cada ano, o grupo de comunidades é capaz de explicar, pelo menos, 50% das conexões da rede geral. Isso pode ser observado nas informações referentes à modularidade (%) em cada uma das comunidades. No total de 2010, o conjunto de comunidades representam 53% da rede total; em 2014, 52%; e, em 2016, 55%. Vale destacar que, somente no ano de 2010, há concentração do poder explicativo da rede em duas comunidades (C1 com 23,03% e C2 com 10,91%). Nos demais anos, esse poder de explicação fica distribuído mais homogeneamente entre as comunidades.

Além deste, outros dois indicadores são apresentados para cada comunidade: centralidade e densidade. O indicador de centralidade nos três anos para todas as comunidades varia entre 0,8 e 1,1. Como visto anteriormente, esses são valores baixos de centralidade, corroborando com as características da rede geral do respectivo ano. O indicador de densidade, por sua vez, mostra valores decrescentes ao longo dos anos, sendo que, em 2010, varia entre 0,03 e 0,2; em 2014, de 0,04 a 0,1; e, em 2016, entre 0,03 e 0,04. Interessante observar que as densidades das comunidades identificadas são, em geral, maiores que a densidade média das redes gerais (como visto na Tabela 2). Vale atentar para o poder explicativo das comunidades sobre a dinâmica dos relacionamentos, visto que concentram as interações presentes nas redes gerais.

⁶ A modularidade de uma partição é um valor escalar entre -1 e 1 que mede a densidade de *links* dentro das comunidades em comparação com os links entre as comunidades. Para calcular as modularidades, o *Gephi* leva em conta o trabalho de Blondel *et al.* (2008) que utiliza a seguinte equação para os cálculos:

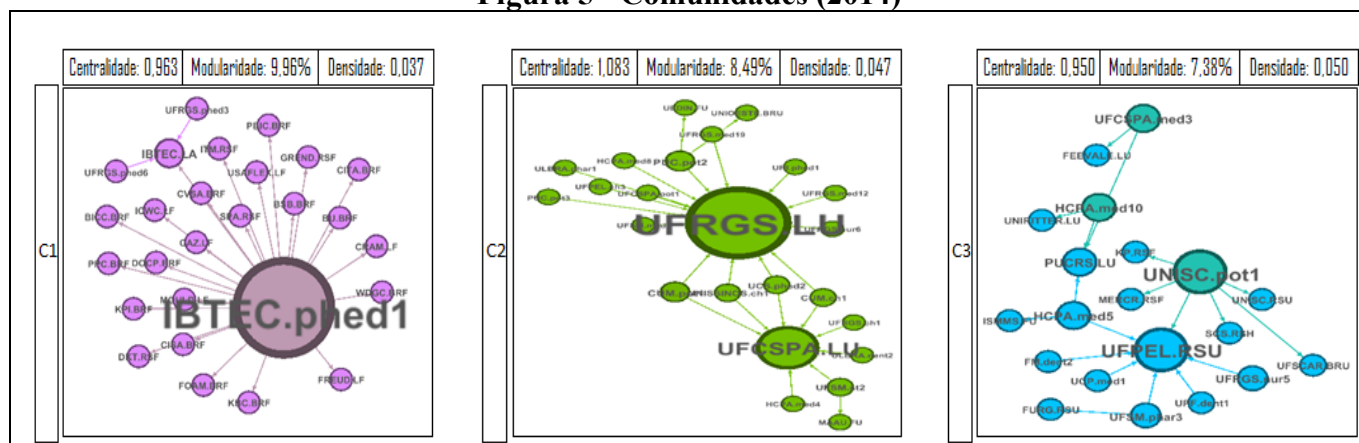
$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j),$$

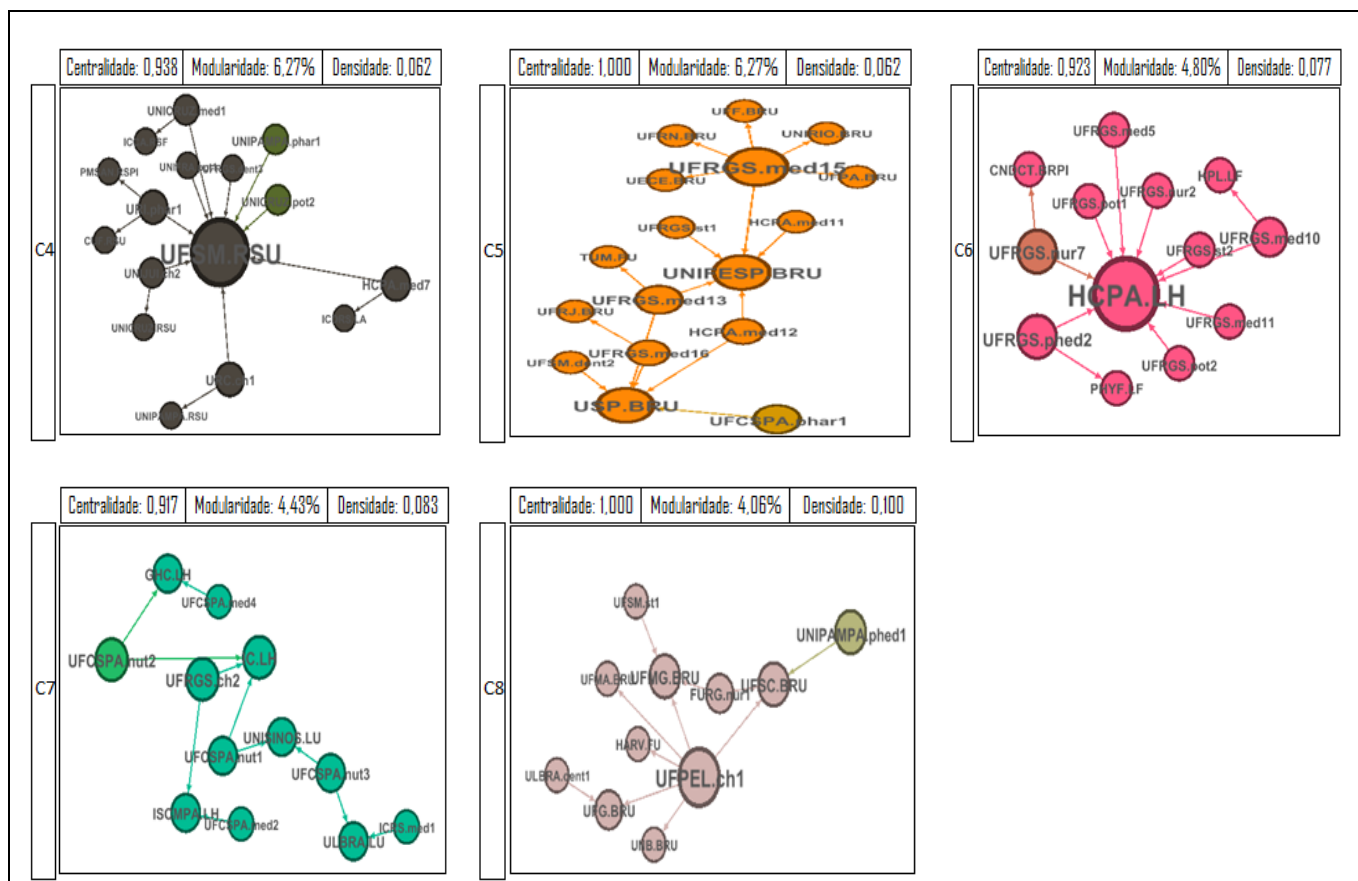
Figura 4 -Comunidades (2010)



Fonte: Diretório de Pesquisa com Gephi 0.9.2

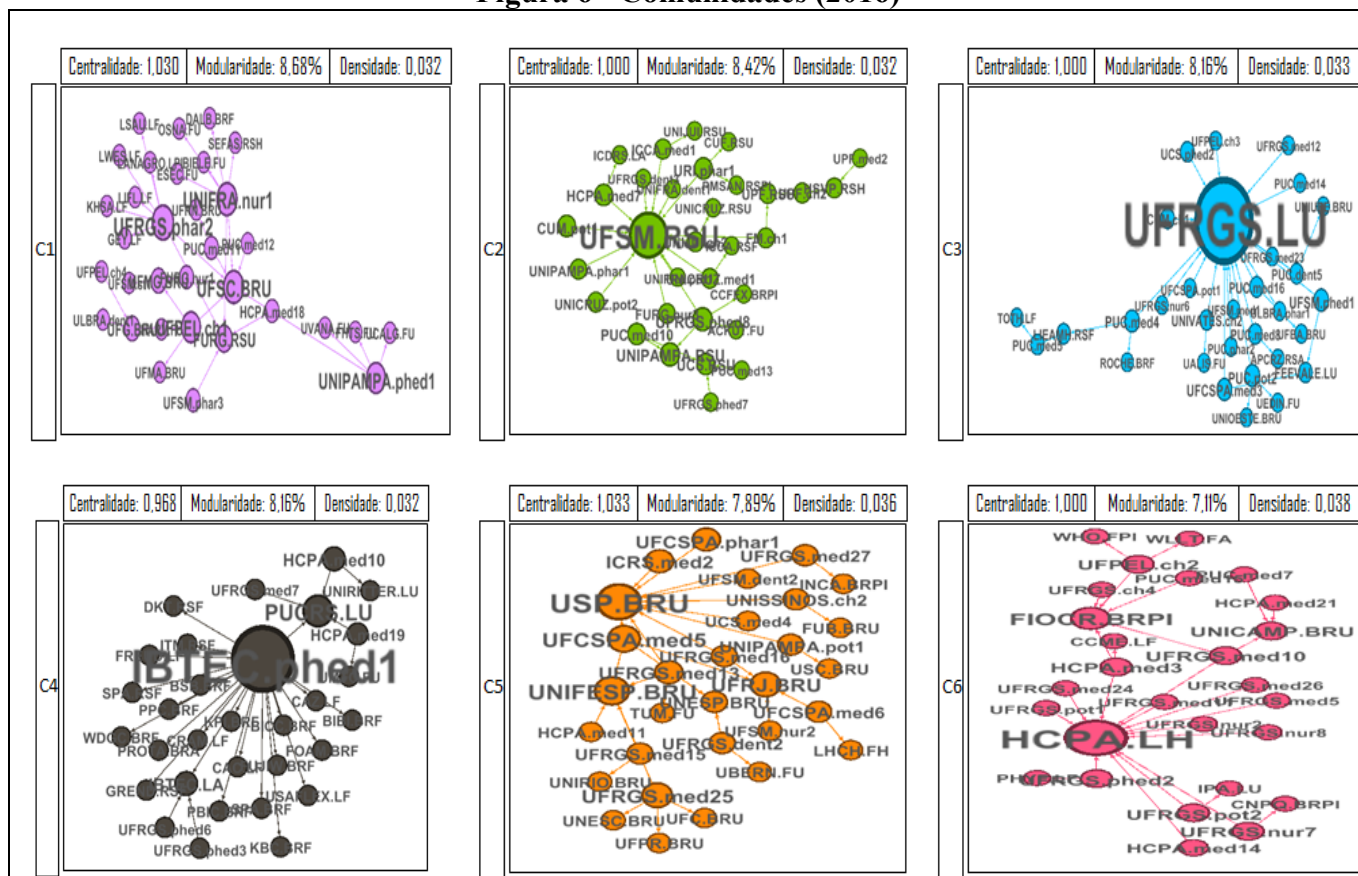
Figura 5 - Comunidades (2014)





Fonte: Diretório de Pesquisa com Gephi 0.9.2

Figura 6 - Comunidades (2016)



Quadro 3 – Comunidades, atores centrais, sua localização e características dessas comunidades (2010, 2014, 2016)

2010			
Comuni- dade	Ator Central	Localização do ator central	Observações
C1	IBTEC.phed1	RMPA	O grupo de pesquisa Biomecânica do Calçado (IBTEC.phed1), enquadrado na área de educação física e vinculado ao Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTEC), é o ator central desta comunidade C1. Trata-se de um ator que interage com diversas empresas privadas do setor calçadista, não só da região do Vale do Rio dos Sinos, mas de todo o Brasil, que demandam seus serviços.
C2	HCPA.LH	Porto Alegre	Na C2, o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA.LH) é o ator central; isso porque é um importante parceiro dos grupos desta comunidade. O HCPA é o hospital escola da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É parceiro de oito grupos (sete da UFRGS e um do próprio HCPA) de um total de dez grupos que compõem a comunidade.
C3	UFSM.dent1 UFRGS.dent1	Santa Maria e Porto Alegre	A C3 é formada por apenas dois grupos da área de odontologia, um da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM.dent1) e outro da UFRGS (UFRGS.dent1). Ambos estabelecem interações apenas com empresas localizadas em outros estados.
C4	UFSM.phar1	Santa Maria	Apenas um grupo – ‘Desenvolvimento de testes e ensaios para avaliação de insumos e produtos farmacêuticos’ da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM.phar1) – integra a C4. Interage igualmente somente com firmas localizadas em outros estados, todas de porte médio ou grande.
C5	UFRGS.phar2	Porto Alegre	A C5, da mesma forma, possui apenas um grupo de pesquisa, vinculado à UFRGS: Tecnologia de produtos farmacêuticos (UFRGS.phar2). Seus parceiros são firmas, especialmente laboratórios, de portes diversos, localizadas na RMPA.
C6	MEBL.LF	Porto Alegre	A C6, dentre todas as comunidades analisadas, é a única que tem como ator central uma empresa, a Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda. (MEBL.LF), situada em Porto Alegre. É central porque a comunidade possui apenas três grupos de pesquisa, da área de educação física, e todos interagem com essa empresa.
C7	UNICRUZ.ch	Cruz Alta	A C7 é formada por apenas um grupo de pesquisa que é seu ator central - 'Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva' da Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ.ch1) - e seus parceiros, três ‘instituições públicas’ (prefeitura e câmara municipais e secretaria estadual), localizadas no RS e na RMPA (RSPI e LPI).
2014			
C1	IBTEC.phed1	RMPA	Como na C1 de 2010, o grupo IBTEC.phed1 é o ator central nesta C1 de 2014. Além desse, essa comunidade possui outros dois grupos da mesma área de conhecimento, educação física, vinculados à UFRGS, que interagem justamente com o IBTEC.
C2	UFRGS.LU	Porto Alegre	A UFRGS é o ator central da C2, particularmente por ser a principal parceira dos grupos de pesquisa desta comunidade, de áreas de conhecimento diversas. Todos os parceiros desta comunidade são universidades, brasileiras (especialmente gaúchas) ou estrangeiras.
C3	UFPEL.RSU	Pelotas	A Universidade Federal de Pelotas (UFPEL.RSU), localizada no interior do RS, é o ator central da C3, dado que é parceira de sete grupos de pesquisa dos oito que pertencem a ela. A maior parte dos parceiros desses grupos são universidades; apenas duas firmas e um hospital também interagem com os grupos.
C4	UFSM.RSU	Santa Maria	Similarmente, na C4, é uma universidade parceira seu ator central: a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM.RSU), igualmente localizada no interior do RS. Dos dez grupos de pesquisa que compõem a C4, nove interagem com essa universidade.
C5	UFRGS.med15	Porto Alegre	Dos oito grupos desta C5, o de ‘Neurogenética’ da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS.med15) é identificado como central por ser aquele que possui mais interações. Seus parceiros vinculam-se a universidades localizadas em outros estados brasileiros. Considerando o conjunto de parceiros da C5, na realidade, todos são universidades, em sua maioria localizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro; apenas uma é estrangeira.

C6	HCPA.LH	Porto Alegre	O Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA.LH) é o principal parceiro dos grupos desta comunidade, todos vinculados à UFRGS. Como dito anteriormente, o HCPA é justo o hospital escola da UFRGS.
C7	IC.LH	Porto Alegre	Dos sete grupos de pesquisa presentes na C7, cinco, maiormente da área da nutrição, vinculam-se à Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA.LU), e interagem, na maior parte das vezes, com hospitais de Porto Alegre, como Instituto de Cardiologia (IC.LU), Hospital Conceição (GHC.LH) e Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCMPA.LH). Outros dois grupos da UFRGS também interagem com dois desses hospitais: ISCMPA.LH e IC.LU. Dentre todos os hospitais, o Instituto de Cardiologia aparece como ator em destaque, com mais interações nesta comunidade; logo, surge como ator central.
C8	UFPEL.ch1	Pelotas	Na C8, o ator central é um grupo de pesquisa em particular, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) na área de saúde coletiva: UFPEL.ch1. Identifica-se como central, pois entre todos os atores da C8, é aquele que tem maior número de interações; estabelecidas sempre com universidades. Todos os parceiros desta comunidade são universidades, quase todas brasileiras. Apenas uma é estrangeira: <i>Harvard School of Public Health</i> .
2016			
C1	UFRGS.phar2	Porto Alegre	O grupo de pesquisa “Tecnologia de Produtos Farmacêuticos” (UFRGS.phar2) é o ator central desta comunidade. Esse grupo foi originado em 1991 e em 2016 informou interagir com cinco diferentes empresas locais, uma universidade do RS, uma universidade do BR e um instituto público local. Outros três grupos se destacam nesta comunidade. O primeiro é o grupo “Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada – GNAP”, da área de educação física, está localizado na Universidade Federal do Pampa, em Uruguai. Interage com uma universidade brasileira e três estrangeiras. O segundo grupo é o UNIFRA.nur1, “GEPESSES - Grupo de Estudos e Pesquisa em Empreendedorismo Social da Enfermagem e Saúde”, da área de enfermagem, do Centro Universitário Franciscano, em Santa Maria. Interage com atores diversos. Por fim, há o ator UFSC.RSU que é a Universidade Federal de Santa Catarina, que é muito procurado também pelos grupos que compõe esta comunidade.
C2	UFSM.RSU	Santa Maria	A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM.RSU), localizada no interior do RS, é o ator central desta C2, dado que é parceira de quatorze grupos da comunidade. Tais grupos são de áreas de conhecimento diversas: química, enfermagem, medicina, odontologia, fisioterapia e terapia ocupacional, educação física e farmácia, e pertencem a universidades, hospitais ou institutos do RS.
C3	UFRGS.LU	Porto Alegre	A UFRGS.LU é o ator central desta comunidade. Interage com 19 grupos de pesquisa que trabalham em diferentes áreas de conhecimento. Tais grupos são principalmente de universidades localizadas em Porto Alegre.
C4	IBTEC.phed1	RMPA	O IBTEC.phed1 – é o ator central da comunidade 4. A C4 apresenta um comportamento diferente das demais comunidades por caracterizar-se, essencialmente, pela interação entre grupo de pesquisa e empresas. Outro ator que tem algum destaque nesta comunidade é a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS.LU), a qual é procurada por diferentes grupos de pesquisa pertencentes ao HCPA, IBTEC e UFRGS, da área de conhecimento da medicina e educação física.
C5	USP.BRU	São Paulo	Na C5 é a Universidade de São Paulo (USP.BR) que tem papel central; dado que é um ator muito procurado por diversos grupos de pesquisa de universidades e do Instituto de Cardiologia do RS. Ao todo são 10 grupos que afirmaram interagir com a USP, de diversas áreas do conhecimento.
C6	HCPA.LH	Porto Alegre	O HCPA.LH é o ator central da C6. É parceiro de 13 grupos de pesquisa da UFRGS e do próprio HCPA, que trabalham com diferentes áreas do conhecimento. A FIOCRUZ também tem destaque neste grupo. É uma instituição pública da área da saúde, localizada no Rio de Janeiro, com interação com 5 grupos de pesquisa de universidades e do Instituto de Cardiologia do RS.
C7	UFCSPA.LU	Porto Alegre	Na C7 é a Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA.LU) o ator central, com interações com 11 grupos de pesquisa pertencentes a hospitais e universidades do RS. A UFPEL também é um ator com procura destacada. Por fim, o grupo de pesquisa “Reabilitação em Saúde e suas Interfaces” - UNISC.pot1 -, da área de fisioterapia e terapia ocupacional, originado em 2004, também tem algum destaque, interagindo com 7 atores, sendo eles: 2 universidades do RS, 2 firmas do RS, 1 universidade local, 1 hospital do RS e 1 universidade brasileira.

A análise dessas comunidades pode ser ainda complementada com o exame dos gráficos em teia apresentados a seguir. Atenta-se para três aspectos em particular que as caracterizam. O primeiro deles são os atores envolvidos nas parcerias. O segundo são os tipos de relacionamento (classificados conforme a tipologia proposta por Schaeffer *et al.* (2016) mencionada anteriormente) estabelecidos pelos grupos de pesquisa com as várias organizações parceiras. E, em terceiro, a localização geográfica dos parceiros.

Quanto aos atores envolvidos nas parcerias, no ano de 2010 (Gráfico 1), constata-se que a comunidade representada por C1, cujo ator central é o grupo de pesquisa intitulado IBTEC.phed1, estabelece parcerias particularmente com firmas (I-F). Trata-se de um ator cuja especialidade é a área de Educação Física (.phed). Ainda neste ano de 2010, verifica-se também comunidades nas quais os atores são universidades (*locus* dos grupos de pesquisa) cujas interações se dão maiormente com firmas (U-F), como é o caso de C3, C4, C5 e C7; mas também com hospitais (U-H), C2; e instituições públicas (U-PI), C6.

Gráfico 1 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2010)

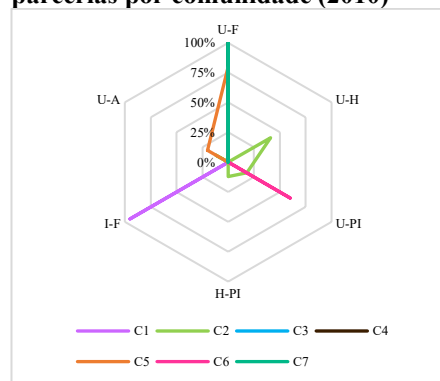


Gráfico 2 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2014)

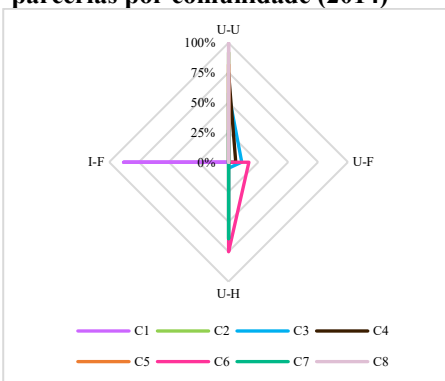
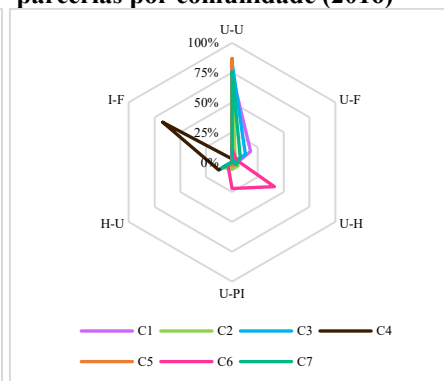


Gráfico 3 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2016)



Fonte: Elaboração própria a partir de DGP/CNPq.

Em 2014 (Gráfico 2), novamente os atores I-F, presentes na comunidade C1, ganham destaque dada a participação do IBTEC. As interações entre U-H alcançam neste ano maior relevância, face às interações das comunidades C6 e C7 (cujos atores centrais são hospitais: HCPA.LH e IC.LH). Ainda em 2014, emergem importantes interações entre universidades (U-U); o que se pode verificar para as comunidades C2, C3, C4, C5 e C8. Em 2016 (Gráfico 3), da mesma forma, os atores principalmente envolvidos nas parcerias são I-F, U-U e U-H.

No que tange aos tipos de relacionamento estabelecidos pelos atores da rede, os Gráficos 4, 5 e 6 apresentam os seis possíveis tipos de relacionamento mais frequentes entre as comunidades nos três anos em exame. Em 2010, sobressaem as parcerias voltadas ao desenvolvimento, mas também orientadas para serviços. Essas parcerias com foco no desenvolvimento usualmente almejam o desenvolvimento tecnológico conjunto e apoiam-se em fluxos de informação e conhecimento em ambas as direções, isto é, dos institutos e das universidades para as empresas e vice-versa. Já a interação orientada a serviços consiste em atividades de consultoria técnica e utilização de instalações disponibilizadas por parceiro, incluindo laboratórios e materiais para testes. Esse tipo de relacionamento é considerado como uma “entrega de serviços”, sem necessidade de participação ativa dos atores.

Gráfico 4 - Tipo de relacionamento por comunidade (2010)

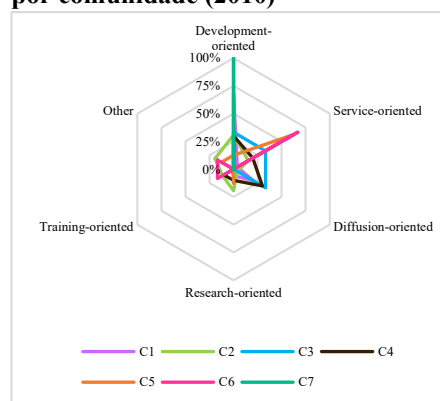


Gráfico 5 - Tipo de relacionamento por comunidade (2014)

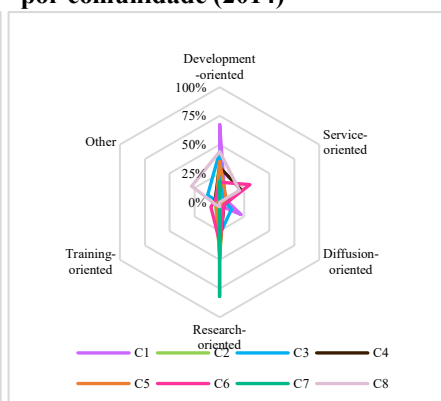
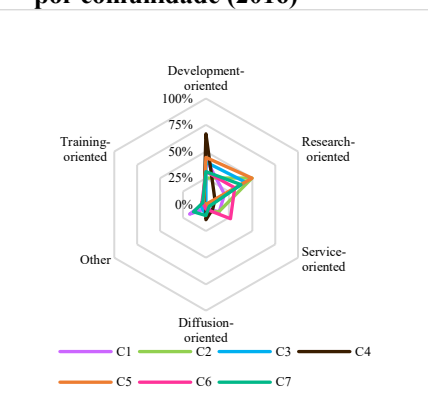


Gráfico 6 - Tipo de relacionamento por comunidade (2016)



Fonte: Elaboração própria a partir de DGP/CNPq.

Em 2014, destacam-se especialmente as interações voltadas à pesquisa, geralmente calcadas em parcerias de longo prazo com participação ativa dos atores. Esse tipo de interação normalmente implica fluxos de informação e conhecimentos bidirecionais; logo, ambos atores envolvidos apresentam semelhante capacidade absorptiva. Isso se dá justamente devido ao significativo incremento, já ressaltado, de parcerias entre universidades (U-U). Também as parcerias orientadas para o desenvolvimento distinguem-se entre as comunidades em destaque; embora percam certa importância vis-à-vis 2010. O mesmo ocorre com as parcerias direcionadas a serviços. O ano de 2016 segue um padrão semelhante. Vê-se que em 2016 as parcerias orientam-se de forma mais igualitária entre as sete comunidades presentes nesta rede.

Vale destacar ainda que os tipos de relacionamento orientados para treinamento (que traduz a função mais tradicional da universidade: o ensino) e para difusão são pouco ou nada utilizados nos três anos.

Com relação à localização geográfica dos parceiros, os Gráficos 7, 8 e 9 informam sobre a localização das organizações parceiras dos grupos de pesquisa nos anos de 2010, 2014 e 2016, respectivamente.

Gráfico 7 – Localização do parceiro por comunidade (2010)

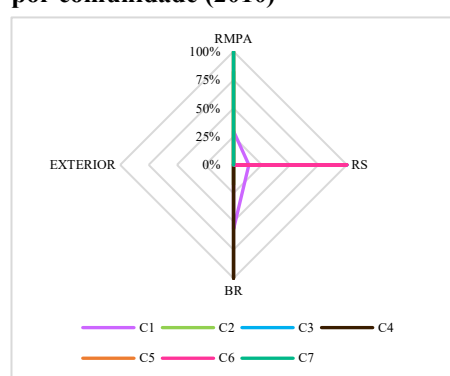


Gráfico 8 – Localização do parceiro por comunidade (2014)

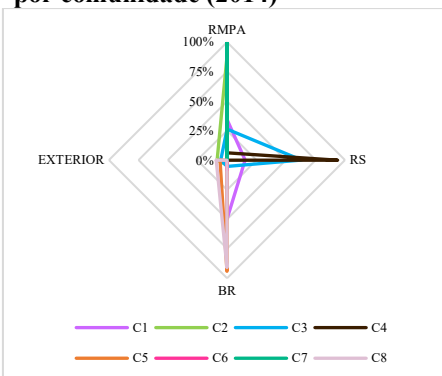
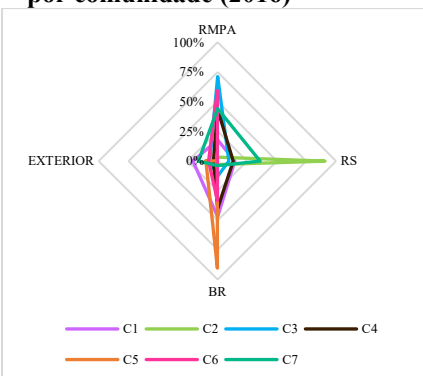


Gráfico 9 – Localização do parceiro por comunidade (2016)



Fonte: Elaboração própria a partir de DGP/CNPq.

Facilmente percebe-se que com o passar dos anos, as comunidades que se destacam em cada rede passam a contar com parceiros situados em localizações mais diversas. Isso fica evidente quando em 2016 surge na rede a localização ‘exterior’, a qual refere-se também ao ingresso de um novo ator na rede, a ‘universidade estrangeira’.

5. Considerações Finais

Ao longo deste trabalho buscou-se examinar as características das redes de interação entre grupos de pesquisa da área das Ciências da Saúde e outras organizações no RS. Para tanto, analisaram-se os conjuntos centrais de atores (comunidades) que mais explicam as interações nas redes.

Verificou-se que, para cada ano analisado (2010, 2014 e 2016), um grupo de comunidades (respectivamente, sete, oito e sete comunidades) é capaz de explicar mais de 50% das conexões da rede geral.

Dentre os atores centrais identificados nessas comunidades, destacam-se quatro: o grupo Biomecânica do Calçado, vinculado ao Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos; a Universidade Federal do Rio Grande do Sul; o Hospital de Clínicas de Porto Alegre, justo seu hospital escola; e a Universidade Federal de Santa Maria, localizada no interior do estado.

Assim, embora tenha ocorrido um incremento importante no número de grupos de pesquisa e das interações na rede ao longo de todo o período analisado, bem como de parceiros diversos que passam a colaborar com os grupos de forma mais frequente (como é o caso destacado das ‘universidades estrangeiras’), há atores-chave. Chaves no sentido de que boa parte dos grupos de pesquisa e de seus parceiros concentra-se nessas quatro instituições.

As comunidades examinadas também permitiram concluir que ao longo dos anos investigados houve uma evolução no que tange aos tipos de relacionamento. Isto é, se, em 2010, os relacionamentos estavam muito mais orientados para serviços (consultorias) e desenvolvimento (atividades de engenharia e pesquisa de uso imediato); com o passar do tempo, calcam-se, sobretudo, em pesquisa e desenvolvimento. A importância

que ganham as parcerias voltadas à pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados chama a atenção. Supõe-se que tais parcerias se tornem mais longevas e voltadas à geração de conhecimentos. Logo, identificam-se redes norteadas por ciência e tecnologia. Tal conclusão é corroborada pelo incremento de interações entre universidades ao longo do período. Essa constatação vai ao encontro dos achados de outros trabalhos, nos quais a interação universidade-universidade é chave para a geração de conhecimentos no campo da saúde. Tal tipo de interação (U-U) não ocorre só entre parceiros nacionais, mas também com pesquisadores de universidades estrangeiras. Entende-se que essa nova característica evidencia a excelência e a crescente visibilidade dos resultados das investigações realizadas no Brasil.

Em contrapartida, com o passar do tempo, constata-se uma diminuição nas interações entre universidades e firmas. Embora relevantes, as parcerias entre universidades e empresas decrescem de 2010 para 2016, o que demonstra o pouco transbordamento dos achados de pesquisa para o setor produtivo. Tal resultado reitera e complementa a literatura sobre as interações universidade-empresa no Brasil. Diversos estudos apontam para o fato de que essas relações ainda são escassas no cenário científico e tecnológico do País.

Quanto à localização geográfica dos parceiros, outro aspecto examinado, a despeito do ganho de relevância dos parceiros estrangeiros na rede mais recente, as interações ocorrem maioritariamente com parceiros localizados geograficamente próximos. Identificou-se que 41,5% de todas as organizações com as quais os grupos interagem estão no RS em 2016. Tal resultado corrobora outros estudos que destacam o quanto as interações são facilitadas pela proximidade territorial.

Com relação a estudos futuros, ainda levando em consideração os dados secundários oriundos do DGP/CNPq, vale buscar melhor caracterizar as comunidades. Para tanto, a metodologia de *blockmodeling* pode ser empregada com intuito de comparar propriedades das estruturas das redes e analisar as mudanças ao longo do tempo (análise de redes longitudinais). É fundamental identificar os padrões de comportamento desses grupos, investigando melhor o perfil das equipes, as áreas de conhecimentos de atuação, a produção bibliográfica, as patentes geradas, etc. Também vale a realização de estudos qualitativos baseados em pesquisas empíricas. Se a intenção é entender como o conhecimento científico e tecnológico é desenvolvido e transferido, a pesquisa qualitativa apresenta-se como complementar e fundamental ao estudo.

6. Referências

ALBUQUERQUE, E. M. Catching up no século XXI: construção combinada de sistemas de inovação e de bem-estar social. In: SICSÚ, J.; MIRANDA, P. (Org.). **Crescimento econômico: estratégias e instituições**. Rio de Janeiro: IPEA, 2009, p. 55-83.

BARBOSA, P. R.; GADELHA, C. A. G. O papel dos hospitais na dinâmica de inovação em saúde. **Revista de Saúde Pública** 46 (Supl), p. 68-75, 2012.

BOTELHO, M. R. A.; TATSCH, A. L. Health services and innovation in Brazil: an analysis based on teaching and research hospitals in Rio Grande do Sul and Minas Gerais. In: CASSIOLATO, J. E.; SOARES, M. C. (Eds.). **Health systems, equity and development**. Rio de Janeiro: E-papers, 2015, p. 355-381.

BLONDEL, V. D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, [s.l.], v. 2, n. 10, p.2-12, 9 out. 2008. IOP Publishing.

CHAVES, C. V.; ALBUQUERQUE, E. M. Desconexão no sistema de inovação do setor saúde: uma avaliação preliminar do caso brasileiro a partir de estatísticas de patentes e artigos. **Revista de Economia Aplicada**, n. 4, v. 10, p. 523-539, 2006.

CONSOLI, D.; MINA, A. An evolutionary perspective on health innovation systems. **Journal of Evolutionary Economics**, 19, p. 297-319, 2009.

DJELLAL, F.; GALLOUJ, F. Mapping innovation dynamics in hospitals. **Research Policy**, 34, p. 817-835, 2005.

DUTRÉNIT, G.; ARZA, V. Features of Interactions between Public Research Organizations and Industry in Latin America: The Perspective of Researchers and Firms. In: ALBUQUERQUE, E. da M.; SUZIGAN, W.; KRUS, G.; LEE, K. (Eds.). **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Cheltenham: Edward Elgar, 2015, p. 93-119.

- ETZKOWITZ, H. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages. **Research Policy**, 27(8), 1998.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and —mode2 to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, 29 (2), 2000.
- ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Introduction to special issue. Building the entrepreneurial university: a global perspective. **Science and Public Policy**, 35(9), p. 627-35, 2008.
- FORAY, D.; LISSONI, E. University research and public-private interaction. In: HALL, B.; ROSEMBERG, N. (EDs) **Handbooks in Economics of Innovation** (vol. 1), North Holland, 2010, p. 293-314.
- GELIJNS, A. C.; ROSENBERG, N. The changing nature of medical technology development. In: ROSEMBERG, N.; GELIJNS, A. C.; DAWKINS, H. **Sources of medical technology: universities and industry**. Washington: National Academy Press, 1994.
- METCALFE, J. S; JAMES, A.; MINA, A. Emergent innovation systems and the delivery of clinical services: The case of intra-ocular lenses. **Research Policy**, v. 34, p. 1283–1304, 2005.
- MINA, A.; RAMLOGAN R.; TAMPUBOLON, G.; METCALFE, J. S. Mapping evolutionary trajectories: Applications to the growth and transformation of medical knowledge. **Research Policy**, v. 36, p. 789–806, 2007.
- MORLACCHI, P.; NELSON, R. R. How medical practice evolves: Learning to treat failing hearts with an implantable device. **Research Policy**, n. 40, issue 4, 511-525, 2011.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in National Innovation Systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. (Orgs.). **The Oxford Handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- NELSON, R. R.; BUTERBAUGH, K.; PERLB, M.; GELIJNS, A. How medical know-how progresses. **Research Policy**, n. 40, p. 1339–1344, 2011.
- NEWMAN, M. E. J. Modularity and Community Structure in Networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 103 (23): 8577– 82, 2006.
- PARANHOS, J.; HASENCLEVER, L. The Relevance of Industry-University Relationship for the Brazilian Pharmaceutical System of Innovation. PYKA, A.; FONSECA (Eds.) **Catching Up, Spillovers and Innovation Networks in a Schumpeterian Perspective**. Stuttgart: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- PINHO, M. Mais do que se supõe, menos do que se precisa: relações entre universidades e empresas no Brasil. In: GARCIA, R.; RAPINI, M.; CÁRIO, S. (Orgs). **Estudos de Caso da Interação Universidade-empresa no Brasil**. BH: UFMG/Cedeplar, 2018, p. 35-57.
- POWELL, W. W.; GIANNELLA, E. Collective Invention and Inventor Networks. In: HALL, B.; ROSEMBERG, N. (EDs) **Handbooks in Economics of Innovation** (vol. 1), North Holland, 2010, p. 575-605.
- RAMLOGAN, R.; MINA, A.; TAMPUBOLON, G.; METCALFE, J.S. Networks of knowledge: The distributed nature of medical innovation. **Scientometrics**, v. 70, N. 2, p. 459-89, 2007.
- RAPINI, M. S. Interação Universidade-Empresa no Brasil: Evidência do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 1, 2007.
- RAPINI, M. S.; RIGHI, H. M. Interação universidade-empresa no Brasil em 2002 e 2004: uma aproximação a partir dos grupos de pesquisa do CNPq. **Economia** (Brasília), v. 8, 2007.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. In: SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CÁRIO, S. A. (Orgs.). **Em busca da**

inovação: interação universidade-empresa no Brasil. Economia Política e Sociedade. FAPESP, Editora Autêntica, 2011.

THUNE, T.; MINA, A. Hospitals as innovators in the health-care system: A literature review and research agenda. **Research Policy**, v. 45, n. 8, p.1545-1557, out. 2016.

WINDRUM, P.; GARCÍA-GOÑI, M. A neo-schumpeterian model of health services innovation. **Research Policy**, 37, p. 649–672, 2008.