

## **Dinâmica das Interações entre Grupos de Pesquisa das Ciência da Saúde e seus Parceiros: o que a estrutura das redes e suas comunidades revelam?**

Ana Lúcia Tatsch (UFRGS), Janaina Ruffoni (UNISINOS), Marisa Botelho (UFU),  
Rafael Stefani (UFRGS), Lara Horn (UFRGS)

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi analisar as redes de interações estabelecidas entre grupos de pesquisa em Ciências da Saúde e outras organizações. O Rio Grande do Sul foi o caso analisado. Dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) foram utilizados para construir redes de interações para os anos de 2010, 2014 e 2016, valendo-se da *Social Network Analysis* (SNA). Ao longo do período analisado, houve um aumento dos grupos e das interações nas redes. Apesar de atores serem adicionados, esses interagem pouco entre si. Essa característica é típica de sistemas de inovação de países emergentes, cujas interações são escassas. Verificou-se ainda que os relacionamentos entre os atores eram inicialmente mais orientados para serviços e desenvolvimento; e, mais recentemente, voltados para pesquisa e desenvolvimento. Identificam-se assim redes norteadas por ciência e tecnologia. Tal conclusão é corroborada pelo incremento de interações entre universidades. Em contrapartida, constata-se uma diminuição nas interações entre universidades e firmas. Quanto à localização geográfica dos parceiros, a despeito do ganho de relevância dos parceiros estrangeiros (universidades), as interações ocorrem maioritariamente com parceiros localizados geograficamente próximos. Enfim, se por um lado, reconhece-se uma evolução positiva das interações entre atores no sistema inovativo em saúde, configurando um amadurecimento desse sistema; por outro, percebe-se que há potencialidades ainda não exploradas.

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

### **Abstract**

The objective of this work was to analyze the networks of interactions established between research groups in Health Sciences and other organizations. The Rio Grande do Sul was the case examined. Data from the Directory of Research Groups of the National Council for Scientific and Technological Development (DGP/CNPq) were used to build networks of interactions for the years 2010, 2014 and 2016, using Social Network Analysis (SNA). Throughout the analyzed period, there was an increase in groups and interactions in the networks. Although actors are added, they interact little with each other. This characteristic is typical of innovation systems in emerging countries whose interactions are scarce. It was also verified that the relationships among the actors were initially more oriented to services and development; and more recently, research and development. It identifies networks guided by science and technology. This conclusion is corroborated by the increase of interactions between universities. On the other hand, there is a decrease in the interactions between universities and firms. Regarding the geographic location of the partners, despite the gain of the relevance of the foreign partners (universities), the interactions occur mainly with partners located geographically close. Finally, if on the one hand, positive evolution of interactions between actors in the health innovative system is recognized, creating a maturation of this system; on the other hand, there are still untapped potentialities.

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

**Área Temática:** Área 9 - Economia Industrial e da Tecnologia

**JEL:** D83, I15, O30

## 1. Introdução

As interações entre agentes estruturadas em redes de inovação cresceram significativamente em importância nas últimas décadas. As redes buscam, sobretudo, compartilhar conhecimentos, capacitações e os altos custos e riscos inerentes à inovação. Na área da saúde humana, foco do presente trabalho, todos esses aspectos adquirem importância ainda maior em virtude das novas e crescentes demandas colocadas por mudanças sociais (como o envelhecimento populacional), tecnológicas (dadas as possibilidades abertas pela incorporação dos desenvolvimentos dos novos paradigmas tecnológicos na área de fármacos e medicamentos e na de máquinas e equipamentos médicos) e econômicas (como os custos crescentes dos novos tratamentos médicos e os desafios para as políticas públicas).

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, em geral equipes multidisciplinares, que interagem em processos sistemáticos de *learning by doing* e *learning by interacting* (METCALFE; JAMES; MINA, 2005; WINDRUM; GARCÍA-GOÑI, 2008; CONSOLI; MINA, 2009; MORLACCHI; NELSON, 2011). 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, com base no referencial teórico dos sistemas de inovação e no contexto de mudança técnica no sistema de saúde, as questões que este artigo pretende responder são: *Como as redes de interações entre grupos de pesquisa e outras organizações caracterizam-se na área da saúde? O que grupos de atores (comunidades) das redes desvendam a respeito das interações? E como têm evoluído?*

O objetivo deste trabalho é, portanto, analisar as redes de interações estabelecidas entre grupos de pesquisa e outras organizações<sup>1</sup>. Visa-se examinar, assim, como tais redes têm se caracterizado ao longo do tempo, 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 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, como o fato da indústria de produtos farmacêuticos ser majoritariamente composta de empresas multinacionais.

Para realizar essa pesquisa, o Rio Grande do Sul (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.

Visando 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) para os anos de 2010, 2014 e 2016. A partir desses dados, foram construídas redes que evidenciam as interações dos grupos de pesquisa com organizações diversas: firmas industriais, hospitais, instituições de ensino e pesquisa, etc. 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

---

<sup>1</sup> 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.

descritos e, posteriormente, os resultados do estudo são discutidos. As considerações finais podem ser encontradas na última parte deste documento.

## 2. Referencial teórico

"*Networks of innovators*" foi o tema de um número especial da revista *Research Policy*, publicado em 1991. O conjunto dos artigos apresentados discutiu como as redes - com diversos formatos organizacionais - contribuem para potencializar o processo inovativo por meio do compartilhamento de conhecimento e capacitações (DeBRESSON; AMESSE, 1991). O tema, já presente em outras áreas do conhecimento, desde então ganhou relevância nos estudos sobre inovação (POWEL; GRODAL, 2006).

Os estudos sobre redes de inovação desenvolveram-se a partir da abordagem de sistemas nacionais de inovação (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993). Para essa abordagem, a inovação decorre dos diversos tipos de interações estabelecidas pelas empresas nos seus processos produtivos e inovativos. Lundvall (1988; 1992) mostra como as relações com fornecedores, clientes, organizações de apoio públicas ou privadas, universidades e centros de pesquisa são de suma importância para a geração de inovações e constituição de sistemas de inovação.

Dentre os diversos tipos de redes, as que se estabelecem entre universidades ou centros de pesquisa e empresas (U-E) têm merecido amplo destaque. O caráter *science-based* de um conjunto cada vez mais importante de produtos e serviços baseia a visão de que essas relações são crescentemente importantes nas economias modernas (MOWERY; SAMPAT, 2006).

A interdisciplinaridade e as colaborações entre atores distintos, em nível nacional ou internacional, como requisitos fundamentais para a pesquisa científica e inovação, são também destacados em abordagens denominadas "Mode 2" e "Triple Helix", desenvolvidas originalmente por Gibbons (1994) e Etzkowitz (1998) e Etzkowitz e Leydesdorf (2000) e sintetizadas por Mowery e Sampat (2006). Para esses autores, a universidade passa, nas últimas décadas, por um processo de redefinição de suas funções, 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 (ETZKOWITZ; ZHOU, 2008). Etzkowitz (1998) e Etzkowitz e Leydesdorf (2000) realçam os papéis complementares de universidades, firmas e governos para a geração de inovações, entendendo que, idealmente, esses agentes se interconectam e têm suas funções interpostas. Mowery e Sampat (2006, p. 234) avaliam que esses modelos de interação U-E "[...] *tend to downplay the very real tensions among the different roles of research universities within knowledge based economies*".

A abordagem da Hélice Tripla tem 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<sup>2</sup>. Para o caso da saúde, Paranhos e Hasenclever (2011) concluem que as empresas nacionais do setor farmacêutico interagem de forma muito

---

<sup>2</sup> O estudo de 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.

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.

Outro aspecto relacionado à formação de redes de inovação é a questão da localização dos agentes e da proximidade territorial. A importância do conhecimento tácito e dos mecanismos de *learning-by-interacting* para as inovações baseia a discussão de sistemas regionais de inovação (COOKE, 1998; ASHEIM; GERTLER, 2006; ASHEIM; SMITH; OUGHTON, 2011). Estes estudos realçam a importância da proximidade territorial para a transmissão de conhecimento tácito e para a facilitação de interações em função dos elementos históricos, sociais e culturais comuns aos agentes econômicos.

Recentemente, alguns autores dedicam-se à discussão das interações universidade-empresa que vão além do nível nacional, explorando as tensões entre os sistemas nacionais de inovação e a crescente globalização econômica. Estes estudos mostram que os fluxos e interações internacionais entre firmas e universidades são crescentes, denominados *global innovation networks* (RIBEIRO *et al.*, 2015).

Como apontam Ponds, Oort e Frenken (2007), há grande controvérsia na área da geografia da inovação acerca da importância das interações em nível local entre universidades e o setor produtivo. Os autores concluem que a proximidade territorial é mais importante para as interações entre diferentes atores, do que para as interações puramente acadêmicas.

Na área da saúde humana, Gelijns e Rosenberg (1995) 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 em produtos e serviços médicos. Chaves e Moro (2007), a partir de estatísticas internacionais de artigos científicos e patentes, demonstraram a dependência mútua entre atividades científicas e tecnológicas por trás da inovação na área médica, constituindo fluxos bidirecionais. Nessa direção, um importante conjunto de estudos, 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) 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.

O papel dos serviços, em especial dos hospitais, para a inovação na área da saúde é também objeto de análise em vários estudos (BARBOSA; GADELHA, 2012; DJELALL; GALLOUJ, 2005; WINDRUM; GARCÍA-GOÑI, 2008; THUNE; MINA, 2016). Dentre os serviços, a importância dos hospitais que abrigam pesquisas tem sido abordada na literatura sobre diferentes pontos de vista. Machado e Kuchenbecker (2007) abordam a interface entre políticas de educação e políticas de saúde, enquanto Miller e French (2016) discutem o papel destes hospitais para as políticas de saúde e para as políticas de inovação. Já Barbosa e Gadelha (2012) examinam o papel dos hospitais na dinâmica de inovação em saúde no Brasil.

### **3. Procedimentos metodológicos**

Nesse estudo, adotou-se o método de *Social Network Analysis* (SNA) para exame das redes de interação entre **grupos de pesquisa** (maiormente sediados em instituições de ensino e 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 Diretório dos Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) para os anos de 2010, 2014 e 2016<sup>3</sup>. A partir do DGP/CNPq, foram selecionados os grupos de pesquisa da grande área de

<sup>3</sup> 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/>.

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 conhecimento<sup>4</sup>; 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. 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 SNI. 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 1, 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 1 – Tipologias dos tipos de relacionamento**

DGP/CNPq	Schaeffer <i>et al.</i>
Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento 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	
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	<i>Research-oriented</i>
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

<sup>4</sup> 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.

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).

Wal e Boschma (2007) analisaram a aplicação do método de análise de redes na área da economia e apontaram o potencial que apresenta para enriquecer pesquisas a respeito de sistemas de inovação locais e regionais e *spillovers* de conhecimento. Esses mesmos autores também mencionaram a existência de dois principais tipos de estudos de redes: estático e dinâmico. Aqui realiza-se um estudo dinâmico, pois são identificadas três redes do mesmo sistema regional de inovação para três anos distintos. Dentre os diversos softwares disponíveis para análise de redes, optou-se pelo *Gephi*<sup>5</sup>.

#### 4. Discussão dos Resultados

Esta seção apresenta, inicialmente, as estatísticas descritivas que caracterizam as três redes dos anos estudados (2010, 2014 e 2016). Na sequência, são apresentadas as figuras das redes de interações com suas comunidades principais. Por fim, analisam-se as características dessas comunidades.

Quanto aos grupos da área das Ciências da Saúde no RS, a Tabela 1 apresenta o número total desses grupos, de acordo com os censos dos anos de 2010, 2014 e 2016, bem como o número de grupos que possuem interações, o número de organizações com as quais interagem e, por fim, na última coluna, indica-se o total de interações estabelecidas entre os grupos e as organizações. É possível observar que houve significativo aumento do número de grupos e daqueles que indicaram interagir com organizações, como também um aumento do número de organizações e interações ao longo do período analisado. Entre 2010 e 2014, houve aumento de 85% das interações declaradas pelos grupos. Entre 2014 e 2016, o aumento foi de 53%.

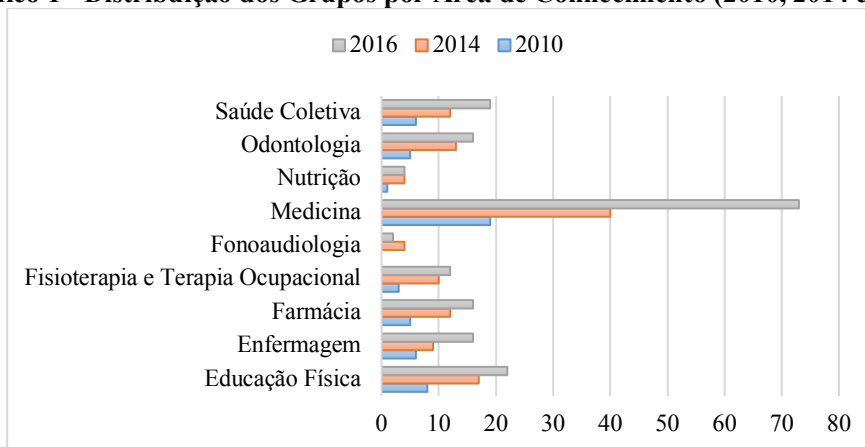
**Tabela 1 - Ciências da Saúde no RS: grupos, interações e organizações (2010, 2014 e 2016)**

	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).

No Gráfico 1, esses grupos que possuem parcerias (interativos) estão distribuídos segundo as distintas áreas de conhecimento da saúde. O número de grupos interativos que atuam na área da Medicina foi o mais significativo em todos os anos analisados, representando, em média, pouco mais de um terço do total de grupos interativos das Ciências da Saúde. Em todas as outras áreas do conhecimento, cresceu o número de grupos nos três Censos consultados, exceto na Fonoaudiologia e Nutrição.

**Gráfico 1 - Distribuição dos Grupos por Área de Conhecimento (2010, 2014 e 2016)**



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

<sup>5</sup> Este software livre pode ser acessado em <https://gephi.org>.

A Tabela 2 informa as instituições onde os grupos se estabelecem e sua localização. Verifica-se que a maior parte dos grupos tem como locus as universidades, mas não só. Existem grupos pertencentes, por exemplo, a hospitais. Quanto à localização das instituições que abrigam os grupos, observa-se que, apesar de haver um maior número de instituições fora da RMPA, os grupos de pesquisa interativos se localizam, em sua maioria, na RMPA. Nessa localização, as instituições mais relevantes em termos de número de grupos são a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)<sup>6</sup> e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), que juntas sediam, em média, 46% do total de grupos no RS. Ainda na RMPA, o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)<sup>7</sup> – o hospital escola da UFRGS – destaca-se pelo significativo aumento no número de grupos. Nos demais municípios do RS, o número de grupos por instituição em relação ao total não variou significativamente no período analisado.

**Tabela 2 - Número de Grupos Interativos por Instituição e Localização (2010, 2014 e 2016)**

	<b>Instituição</b>	<b>2010</b>	<b>2014</b>	<b>2016</b>
<b>RMPA</b>	Faculdade Inedi	0	0	1
	HCPA (Hospital de Clínicas de Porto Alegre)	3	10	18
	Hospital Conceição	0	0	1
	IBTEC (Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos)	1	1	1
	IC-FUC (Instituto de Cardiologia)	2	1	3
	IPA (Centro Universitário Metodista – IPA)	0	2	2
	PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul)	8	12	26
	UFCSPA (Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre)	0	9	12
	UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)	20	41	51
	ULBRA (Universidade Luterana do Brasil)	0	3	5
	UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)	0	1	2
	<b>Total de Grupos na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)</b>	<b>34</b>	<b>80</b>	<b>122</b>
<b>RS</b>	FURG (Universidade Federal do Rio Grande)	0	1	3
	ICCA (Instituto de Cardiologia de Cruz Alta)	0	0	1
	IFFar (Instituto Federal Farroupilha)	0	0	1
	Faculdade IMED	0	2	3
	SETREM (Sociedade Educacional Três de Maio)	0	1	1
	UCPEL (Universidade Católica de Pelotas)	0	1	1
	UCS (Universidade de Caxias do Sul)	2	4	5
	UFPEL (Universidade Federal de Pelotas)	2	5	8
	UFSM (Universidade Federal e Santa Maria)	3	8	12
	UNICRUZ (Universidade de Cruz Alta)	4	4	4
	UNIFRA (Centro Universitário Franciscano)	2	3	4
	UNIJUI (Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS)	1	2	2
	UNIPAMPA (Universidade Federal do Pampa)	1	2	3
	UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul)	1	1	1
	UNIVATES (Universidade do Vale do Taquari)	0	1	4
	UPF (Universidade de Passo Fundo)	3	3	4
	URCAMP (Universidade da Região da Campanha)	0	1	0
	URI (Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões)	0	2	1
	<b>Total de Grupos no RS (exceto RMPA)</b>	<b>19</b>	<b>41</b>	<b>58</b>
	<b>Total de Grupos</b>	<b>53</b>	<b>121</b>	<b>180</b>

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

Com relação aos parceiros com os quais os grupos de pesquisa interagem, foram identificados cinco tipos de organizações parceiras: *Association*, *Firm*, *Public Institution*, *University* e *Hospital*. A Tabela 3

<sup>6</sup> Tomassini (2017) analisa a produção de conhecimento em saúde no Brasil a partir de projetos de pesquisa utilizando o banco de dados da Plataforma Lattes. A autora mostra as principais instituições de rede e sub-rede com maior grau de centralidade e centralidade de intermediação. Observa-se que as quatro instituições que apresentam maior centralidade e centralidade de intermediação são a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Fundação Oswaldo Cruz (FRIOCRUZ) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

<sup>7</sup> O HCPA é considerado referência nacional em hospitais universitários. É modelo na gestão de hospitais universitários no âmbito do Programa Nacional de Recuperação Hospitalar Universitária. Desde 2009, foi escolhido pelo Ministério da Educação para transferir seu modelo de gestão para outros hospitais universitários.

apresenta as organizações parceiras por tipo para o período analisado. Nota-se que tanto firmas quanto universidades são os tipos de parceiros com os quais os grupos de pesquisa mais interagem. As Firms destacaram-se nos três Censos analisados, bem como as Universidades, em 2014 e 2016.

Se por um lado, de 2010 para os anos mais recentes, há uma diminuição de firmas parceiras; por outro, neste mesmo período, há uma significativa elevação de universidades colaboradoras. Verifica-se assim que a interação universidade-universidade se torna cada vez mais importante para a geração de conhecimentos no campo de pesquisa da saúde nas redes estudadas.

**Tabela 3 - Organizações parceiras por tipo (2010, 2014 e 2016)**

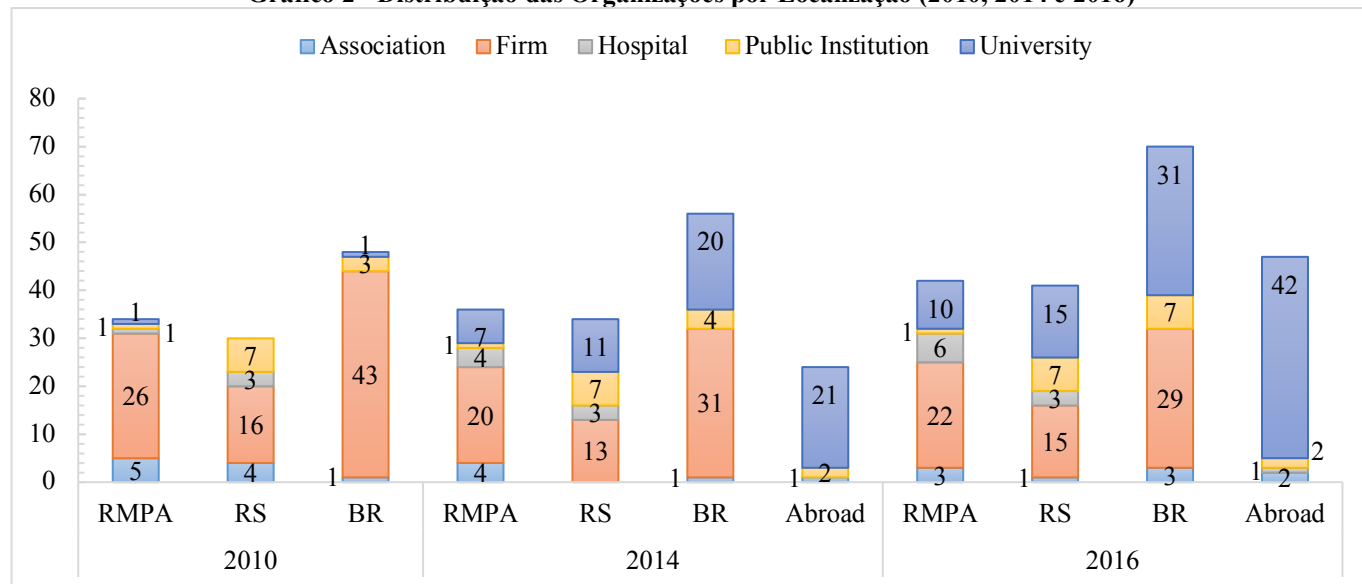
	2010	2014	2016
Association	10	6	9
Firm	85	64	66
Hospital	4	7	10
Public Institution	11	14	17
University	2	59	98
<b>Número de Organizações</b>	<b>112</b>	<b>150</b>	<b>200</b>

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

Nos três anos investigados, as organizações parceiras estão concentradas, maiormente, no Brasil (Gráfico 2). Em 2010, 2014 e 2016, as firmas, que têm papel de destaque, estão localizadas, por ordem de significância, no resto do Brasil, na RMPA e no RS. Vale ressaltar que ao somar-se as firmas localizadas na RMPA e no resto do estado, verifica-se que praticamente 50% delas estão situadas no RS e as demais no restante do País. Não há interação com firmas localizadas no exterior.

O exterior enquanto região de localização das organizações aparece em 2014<sup>8</sup>, ganhando ainda mais destaque em 2016. É interessante notar que a localização “Exterior” concentra 24% dos parceiros em 2016, apresentando-se como a segunda localização mais relevante. Neste último ano, a maior parte (18%) dos parceiros são caracterizados como universidades estrangeiras.

**Gráfico 2 - Distribuição das Organizações por Localização (2010, 2014 e 2016)**



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

A seguir, apresentam-se as redes: Figuras 1, 2 e 3. Foram 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

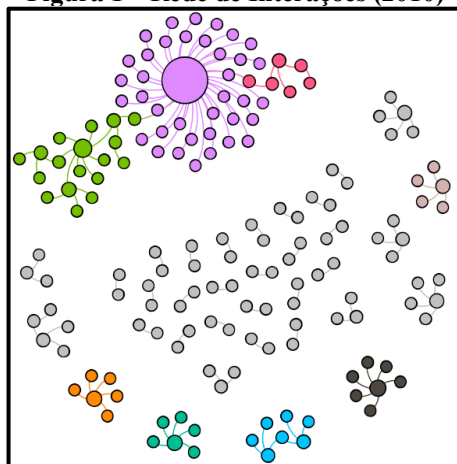
<sup>8</sup> É importante observar que, conforme informações a respeito dos censos do DGP, foi a partir de 2014 que as seguintes informações foram incorporadas: participação de grupos em redes de pesquisa, egressos, colaboradores estrangeiros, equipamentos e software.



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.). O tamanho de cada nó indica o quanto de interações esse possui; quanto maior seu tamanho, maior o número de interações que possui na rede.

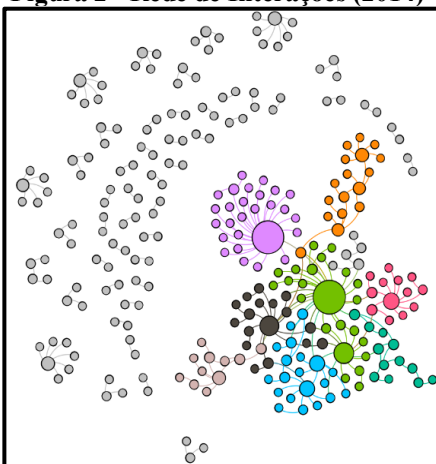
Nas três Figuras fica evidente, mesmo visualmente, o crescimento do número de nós e interações (arestas) de 2010 a 2016. Os nós representam tanto os grupos de pesquisa quanto os parceiros. Verifica-se que há nós de tamanhos diversos, o que indica suas diferentes posições na rede. Quanto maior o nó, maior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

**Figura 1 – Rede de Interações (2010)**



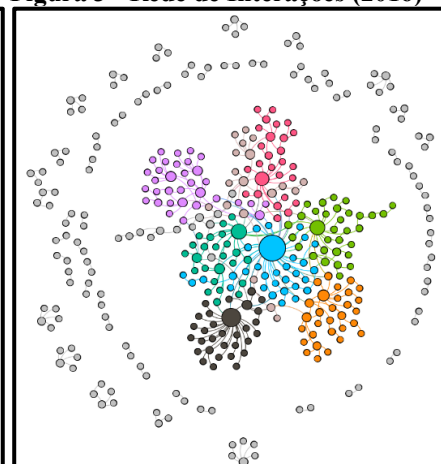
Fonte: Dados DGP 2010 / Gephi

**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 4.

O primeiro indicador refere-se à 'Centralidade', medida pelo *Freeman's Method* (FREEMAN, 1977). Denota a frequência com que um nó está no caminho mais curto entre outros pares de nós. Essa métrica indica o controle ou o "poder" que cada um dos atores possui, em relação aos fluxos e conexões da rede. Se os valores de interdependência são altos, considera-se que os atores desempenham o papel de pontes na rede. Os valores identificados na Tabela informam que a centralidade é muito baixa nas três redes. Esse resultado corrobora a característica da dispersão das interações nas redes.

**Tabela 4 - 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 modularidade<sup>9</sup>. 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. Na rede de 2010, identificam-se sete comunidades; na rede de 2014, 8; e na de 2016, novamente 7 comunidades. Nas Figuras 3, 4 e 5, 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. Em anexo, no formato de uma tabela (Tabela 5), elencam-se os atores centrais de cada comunidade.

Com base nessas Figuras relativas às comunidades, 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.


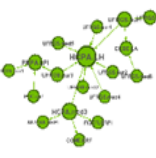
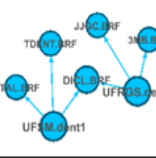

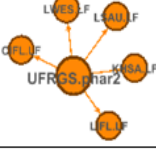
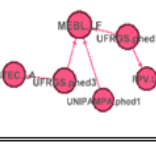
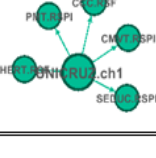

Além deste, outros dois indicadores são apresentados para cada comunidade: centralidade e densidade. O indicador de centralidade nos três anos para todas as comunidades varia entre 0,8 e 1,1. Como visto anteriormente, esses são valores baixos de centralidade, corroborando com as características da rede 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 4). Vale atentar para o poder explicativo das comunidades sobre a dinâmica dos relacionamentos, visto que concentram as interações presentes nas redes gerais.

---

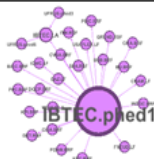
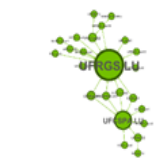

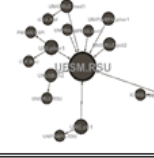
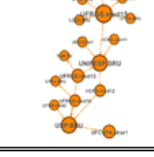
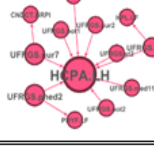

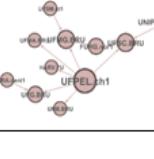
<sup>9</sup> A modularidade de uma partição é um valor escalar entre -1 e 1 que mede a densidade de *links* dentro das comunidades em comparação com os links entre as comunidades. Para calcular as modularidades, o *Gephi* leva em conta o trabalho de Blondel *et al.* (2008) que utiliza a seguinte equação para os cálculos:

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




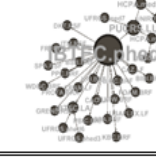
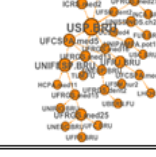
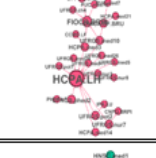
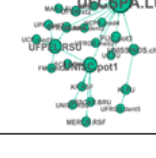
**Figura 4 – Comunidades (2010)**

	Indicadores - 2010	Comunidades (C)
C1	Centralidade 0,974	
	Densidade 0,026	
	Modularidade 23,03%	
C2	Centralidade 0,944	
	Densidade 0,056	
	Modularidade 10,91%	
C3	Centralidade 0,857	
	Densidade 0,143	
	Modularidade 4,24%	
C4	Centralidade 0,857	
	Densidade 0,143	
	Modularidade 4,24%	
C5	Centralidade 0,833	
	Densidade 0,167	
	Modularidade 3,64%	
C6	Centralidade 0,833	
	Densidade 0,167	
	Modularidade 3,64%	
C7	Centralidade 0,833	
	Densidade 0,167	
	Modularidade 3,64%	
C8	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,100	
	Modularidade 4,06%	

**Figura 5 – Comunidades (2014)**

	Indicadores - 2014	Comunidades (C)
C1	Centralidade 0,963	
	Densidade 0,037	
	Modularidade 9,96%	
C2	Centralidade 1,083	
	Densidade 0,047	
	Modularidade 8,49%	
C3	Centralidade 0,950	
	Densidade 0,050	
	Modularidade 7,38%	
C4	Centralidade 0,938	
	Densidade 0,062	
	Modularidade 6,27%	
C5	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,062	
	Modularidade 6,27%	
C6	Centralidade 0,923	
	Densidade 0,077	
	Modularidade 4,80%	
C7	Centralidade 0,917	
	Densidade 0,083	
	Modularidade 4,43%	
C8	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,100	
	Modularidade 4,06%	

**Figura 6 – Comunidades (2016)**

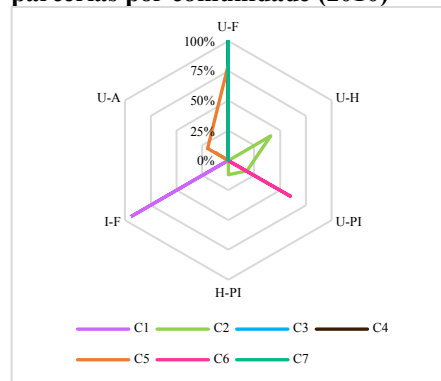
	Indicadores - 2016	Comunidades (C)
C1	Centralidade 1,030	
	Densidade 0,032	
	Modularidade 8,68%	
C2	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,032	
	Modularidade 8,42%	
C3	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,033	
	Modularidade 8,16%	
C4	Centralidade 0,968	
	Densidade 0,032	
	Modularidade 8,16%	
C5	Centralidade 1,033	
	Densidade 0,036	
	Modularidade 7,89%	
C6	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,038	
	Modularidade 7,11%	
C7	Centralidade 1,000	
	Densidade 0,042	
	Modularidade 6,58%	

Fonte: Diretório de Pesquisa com Gephi 0.9.2

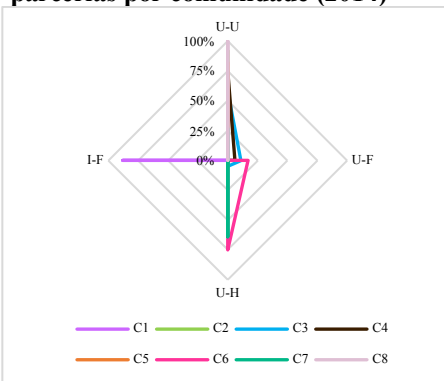
A análise dessas comunidades pode ser ainda complementada com o exame dos gráficos em teia apresentados a seguir. Atenta-se para três aspectos em particular que as caracterizam. O primeiro deles são os atores envolvidos nas parcerias. O segundo são os tipos de relacionamento (classificados conforme a 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 3), constata-se que a comunidade representada por C1, cujo ator central é o grupo de pesquisa intitulado "Biomecânica do Calçado" (IBTEC.phed1), pertencente ao Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTEC), estabelece parcerias particularmente com firmas (I-F). Trata-se de um ator cuja especialidade é a área de

Educação Física (.phed). Diferentes empresas privadas do setor calçadista da região do Vale do Rio dos Sinos demandam serviços desse instituto e desenvolvem pesquisas em conjunto com ele. No Vale, localiza-se um importante arranjo produtor de calçados do Brasil. 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.

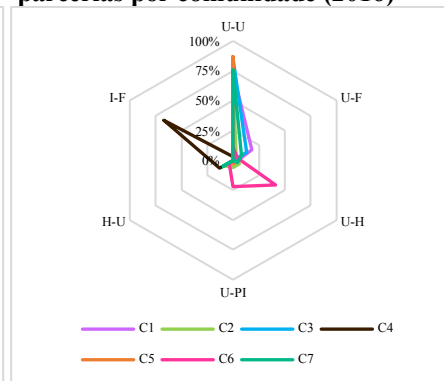
**Gráfico 3 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2010)**



**Gráfico 4 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2014)**



**Gráfico 5 – Atores envolvidos nas parcerias por comunidade (2016)**

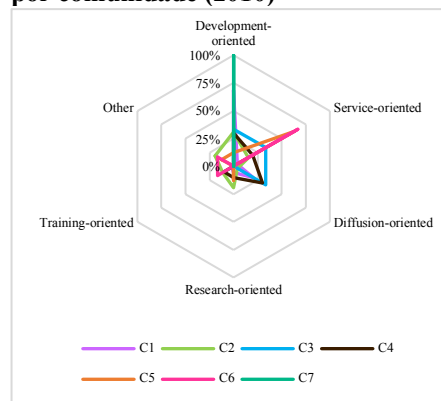


Fonte: Elaboração própria a partir de DGP/CNPq.

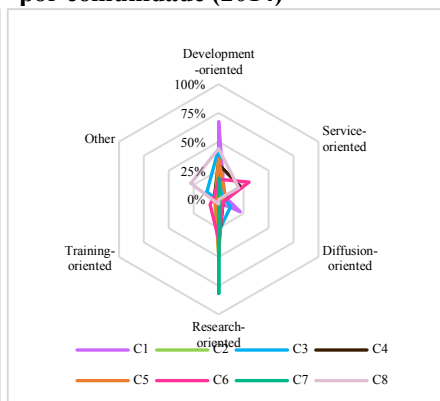
Em 2014 (Gráfico 4), novamente os atores I-F, presentes na comunidade C1, ganham destaque dada a participação do IBTEC. As interações entre U-H alcançam neste ano maior relevância, face às interações das comunidades C7 e C6 (cujos atores centrais são hospitais: HCPA.LH e IC.LH). Ainda em 2014, emergem importantes interações entre universidades (U-U); o que se pode verificar para as comunidades C2, C3, C4, C5 e C8. Em 2016 (Gráfico 5), 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 6, 7 e 8 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.

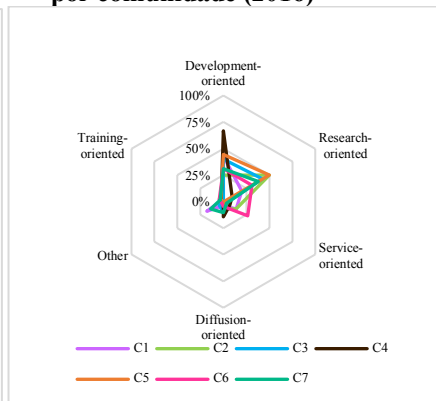
**Gráfico 6 - Tipo de relacionamento por comunidade (2010)**



**Gráfico 7 - Tipo de relacionamento por comunidade (2014)**



**Gráfico 8 - Tipo de relacionamento por comunidade (2016)**



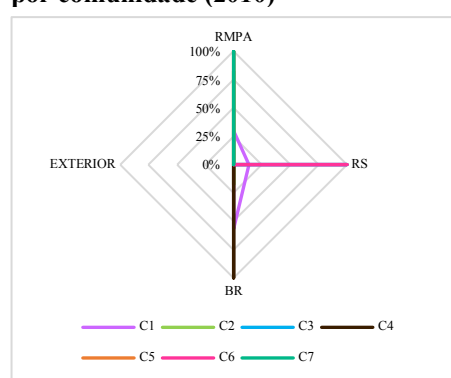
Fonte: Elaboração própria a partir de DGP/CNPq.

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.

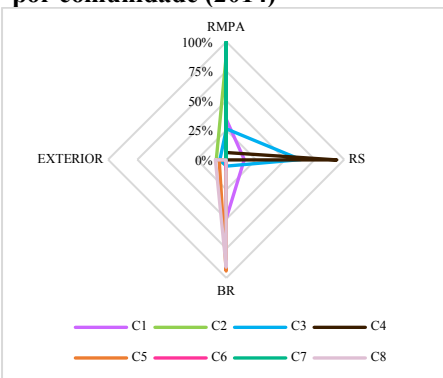
Vale destacar ainda que os tipos de relacionamento orientados para treinamento (que traduz a função mais tradicional da universidade: o ensino) e para difusão são pouco ou nada utilizados nos três anos.

Com relação à localização geográfica dos parceiros, os Gráficos 9, 10 e 11 informam sobre a localização das organizações parceiras dos grupos de pesquisa nos anos de 2010, 2014 e 2016, respectivamente.

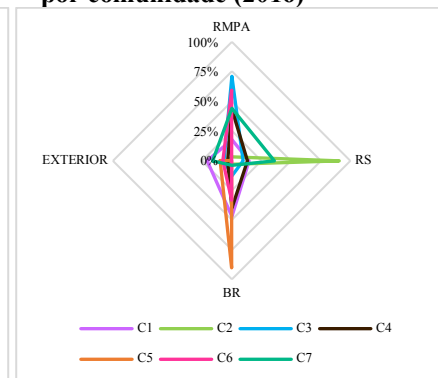
**Gráfico 9 – Localização do parceiro por comunidade (2010)**



**Gráfico 10 – Localização do parceiro por comunidade (2014)**



**Gráfico 11 – 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

O objeto de pesquisa do presente estudo foram as redes de interações dos grupos de pesquisa em Ciências da Saúde. Para tanto, o Rio Grande do Sul foi o caso analisado. Dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) foram utilizados para construir redes de interações para os anos de 2010, 2014 e 2016. Assim, foi possível realizar uma análise longitudinal, avaliando as características das redes ao longo do tempo.

As perguntas que o estudo pretendeu responder foram: como as redes de interações entre grupos de pesquisa e outras organizações caracterizam-se na área da saúde? O que grupos de atores (comunidades) das redes desvendam a respeito das interações? E como isso têm evoluído?

Verificou-se que houve um incremento dos grupos e das interações na rede de 2016 em comparação a 2010, bem como um aumento dos tipos de atores presentes nas redes, com destaque para a ‘universidade estrangeira’, que somente em 2016 integra a rede de interações. Constatou-se assim uma ampliação das colaborações entre diferentes participantes e competências, o que, como ressaltado no referencial adotado neste trabalho, são chave para a dinâmica de geração de conhecimentos e inovações.

Essa característica de incremento de atores nas redes ao longo do período analisado, assim como da incorporação de novos tipos de atores, pode ser melhor compreendida quando se examinam as comunidades identificadas nas redes. As sete comunidades observadas em 2010 e 2016 e as 8 comunidades de 2014 revelam que o poder dos atores nas redes é disperso em diferentes comunidades e em diferentes tipos de atores, não havendo a predominância de poucos atores centrais ao longo do tempo. Isso informa que a construção do conhecimento na área da saúde por grupos de pesquisa do RS e seus parceiros dá-se por

interações estabelecidas por grupos formados por atores diversos e com poder disperso na rede. Tal característica de variedade de atores vai ao encontro de achados de outros trabalhos, comentados na revisão da literatura. Uma hipótese de explicação para isso pode ser aquela encontrada por Metcalfe, James e Mina (2005) e Ramlogan *et al.* (2007), segundo a qual a diversidade nas interações pode estar relacionada às fases distintas das pesquisas.

No entanto, apesar das redes incorporarem variados atores ao longo do tempo, esses interagem pouco entre si; implicando em redes com baixa densidade. Essa característica é típica de sistemas de inovação de países emergentes, cujas interações entre atores são escassas. Uma razão para explicar essa característica das redes é a especificidade das parcerias. Isto é, as relações são guiadas por projetos de pesquisa particulares, pertencentes a distintas áreas de conhecimento dentro das Ciências da Saúde, envolvendo equipes com expertises próprias, o que pode gerar comunidades de pesquisa específicas.

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.

Enfim, se por um lado, reconhece-se uma evolução positiva das interações entre atores no sistema inovativo em saúde, configurando um amadurecimento desse sistema; por outro, percebe-se que há potencialidades ainda não exploradas. Nesse sentido, constatou-se que, em geral, os grupos interagem com poucos parceiros diante das inúmeras oportunidades que se apresentam na rede. Tais achados impõem uma reflexão sobre o papel do Estado.

Embora recentemente várias ações de política pública vêm sendo empreendidas visando ampliar os fluxos de troca de conhecimento entre grupos de pesquisa e organizações, verifica-se que não têm sido suficientes. Portanto, novas articulações entre os atores devem ser promovidas para auxiliar na consolidação do sistema de inovação em saúde. Nessa direção, há oportunidades de melhor aproveitar os conhecimentos gerados pelo setor científico brasileiro, incentivando a indústria nacional a valer-se de oportunidades que se abrem a partir das pesquisas realizadas por grupos atuantes nas universidades no país. Um caminho a ser trilhado pode ser o incentivo à criação de *startups* a partir das descobertas científicas nas universidades, incentivando novos empreendedores e promovendo espaços como incubadoras e parques tecnológicos. Também o apoio, via financiamento público, a áreas de conhecimento cuja a expertise brasileira permita a atuação em nichos de mercado com janelas de oportunidades ainda abertas pode ser outra direção a ser seguida.

Por fim, vale ressaltar que há, a partir dos resultados deste artigo, pontos interessantes a serem melhor explorados em estudos futuros. Nesse sentido, ainda levando em consideração os dados secundários



oriundos do DGP/CNPq, vale buscar melhor caracterizar os grupos de pesquisa apresentados nas redes. 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. Outro caminho a ser seguido em trabalhos futuros é a realização de estudos qualitativos baseados em pesquisas empíricas. Estudos dessa natureza permitem uma melhor compreensão do funcionamento dos grupos de pesquisa, bem como dos outros atores com os quais interagem. 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. Dessa forma, será possível melhor caracterizar aqueles grupos de pesquisa que geram e disseminam conhecimento e estabelecer padrões de comportamento recorrentes entre eles.

## 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.
- ASHEIM, B.; GERTLER, M. S. The geography of innovation: regional innovation systems. **The Oxford Handbook of Innovation**, Oxford University Press, Oxford, 2006.
- ASHEIM, B.; SMITH, H.; OUGHTON, C. Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy. **Regional Studies**, 45: 875–91, 2011.
- 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.
- 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.
- BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Censo 2010. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Censo 2014. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Censo 2016. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>.
- 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.
- CHAVES, C. V.; MORO, S. Investigating the interaction and mutual dependence between science and technology. **Research Policy**, v. 36, p. 1204-1220, 2007.
- CONSOLI, D.; MINA, A. An evolutionary perspective on health innovation systems. **Journal of Evolutionary Economics**, 19, p. 297–319, 2009.
- COOKE, P. Introduction: origins of the concept. In: BRACZYK, H-J.; COOKE, P.; HEIDENREICH, M. (Ed.). **Regional Innovation Systems**. London: UCL Press, 1998. p 2-25.
- DeBRESSION, C.; AMESSE, F. Networks of innovators: A review and introduction to the issue. **Research Policy**, n. 20, p. 363-79, 1991.
- 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.; KRUSS, 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.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. **Cambridge Journal of Economics**, 19, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, L. C. A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. **Sociometry**, 40 (1): 35–41, 1977.

GELIJNS, A. C.; ROSENBERG, N. The changing nature of medical technology development. In: ROSENBERG, N.; GELIJNS, A. C.; DAWKINS, H. **Sources of medical technology: universities and industry**. Washington: National Academy Press, 1995.

LUNDVALL, B-Å. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et al.* (Eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter, 1988, p. 349-369.

LUNDVALL, B-Å. (Ed.). **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.

MACHADO, S. P.; KUCHENBECKER, R. Desafios e perspectivas futuras dos hospitais universitários no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, s.l., v. 12, n. 4, p.871-877, 2007.

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.

MILLER, F. A.; FRENCH, M. Organizing the entrepreneurial hospital: Hybridizing the logics of healthcare and innovation. **Research Policy**, v. 45, n. 8, p.1534-1544, 2016.

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.

POWEL. W. W.; GRODAL, S. Networks of innovators. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. (Orgs.). **The Oxford Handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 56-85.

PONDS, R.; OORT, F.; FRENKEN, K. The geographical and institutional proximity of research collaboration. **Papers in Regional Science**, vol. 86, n. 3, 2007.

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.
- RIBEIRO, L.; BRITTO, L.; KRUSS, G.; ALBUQUERQUE, E. Global interactions between firms and universities: a tentative typology and an empirical investigation. In: ALBUQUERQUE, E.; SUZIGAN, W.; KRUSS, G.; LEE, K. (Eds). **Developing National Systems of Innovation: University–Industry Interactions in the Global South**. Cheltenham: Edward Elgar, 2015, p. 221-243.
- SCHAEFFER, P. R. *et al.* Searching to bridge the gaps: a new typology of university-industry interaction. **Academia Revista Latinoamericana de Administración**, [s.l.], v. 30, n. 4, p.459-473, 6 nov. 2017. Emerald.
- 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.
- TOMASSINI, C. Interaction networks in research projects: what they can tell us about the dynamics of knowledge production and its link with Brazil's health system. In: **Anais...15th Globelics International Conference**, 2017, Atenas.
- WAL, A. L. J.; BOSCHMA, R. A. Applying social network analysis in economic geography: theoretical and methodological issues. **Working Paper**, Utrecht University, 2007.
- WINDRUM, P.; GARCÍA-GOÑI, M. A neo-schumpeterian model of health services innovation. **Research Policy**, 37, p. 649–672, 2008.

## Anexo

Abaixo, na Tabela 5, elencam-se os atores centrais de cada comunidade.

**Tabela 5 - Principais atores por comunidade (2010, 2014 e 2016)**

Censo	Comunidades	Ator
2010	C1	IBTEC.phed1
	C2	HCPA.LH
	C3	UFSM.phar1
	C4	UFSM.dent1
		UFRGS.dent1
	C5	MEBL.LF
	C6	UNICRUZ.ch1
2014	C7	UFRGS.phar2
	C1	IBTEC.phed1
	C2	UFRGS.LU
	C3	UFPEL.RSU
	C4	UFSM.RSU
	C5	UFRGS.med15
	C6	HCPA.LH
	C7	IC.LH
2016	C8	UFPEL.ch1
	C1	UFRGS.phar2
	C2	UFSM.RSU
	C3	UFRGS.LU
	C4	IBTEC.phed1
	C5	USP.BRU
	C6	HCPA.LH
	C7	UFCSPA.LU

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