



III ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e Inovação

*Indústria e Desenvolvimento Econômico:
desafios e perspectivas*

18 a 20 de setembro de 2018
Uberlândia – Minas Gerais

Redes de interação entre grupos de pesquisa e organizações: uma análise longitudinal para o sistema de inovação em saúde do Rio Grande do Sul

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

Resumo

Partindo da abordagem dos sistemas de inovação, o artigo pretende contribuir para caracterizar as interações entre os atores do sistema de saúde do Rio Grande do Sul. O objetivo deste artigo é analisar as interações estabelecidas entre grupos de pesquisa e outras organizações. Para tanto, foram obtidos dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq), utilizados para construir redes de interação para os anos de 2010, 2014 e 2016, valendo-se da *Social Network Analysis* (SNA). Em resumo, observou-se que houve um aumento dos grupos e interações na rede de 2016 em comparação a 2010. Na perspectiva dos grupos de pesquisa, as interações são fortemente territorializadas. No entanto, a maioria dos grupos de pesquisa que constituem as redes estabelece interação com apenas um parceiro. Assim, as redes adicionam mais atores ao longo do tempo, mas estes interagem pouco entre si e, portanto, a densidade das redes é baixa. Essa característica é típica de sistemas de inovação de países emergentes, cujas interações entre atores são escassas. Considerando a análise longitudinal, verificou-se ainda que existem semelhanças entre as redes (como, por exemplo, a relevância das firmas como parceiras), mas também aspectos que as diferenciam (universidades, por exemplo, destacam-se como parceiros no período mais recente). Já as interações com universidades estrangeiras ganharam maior relevância em 2016.

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

Abstract

Following the innovation systems approach, the article aims to contribute to characterize the interactions among actors of the health system in Brazil. The state of Rio Grande do Sul is the case examined. This paper's goal is to analyze the interactions established among research groups and other organizations. In order to do so, data were obtained from the Directory of Research Groups of the National Council for Scientific and Technological Development (DGP/CNPq) and were used to build interaction networks for the years 2010, 2014 and 2016. The *Social Network Analysis* (SNA) was implemented to create these networks. In summary, it was observed that there was an increase of groups and interactions in the network of 2016 in comparison to 2010. From the perspective of research groups, interactions are strongly territorialized. However, most of the research groups that constitute the networks establish interaction with only one partner. So, the networks add more actors over time, but these interact little among each other. Therefore, the density of the networks is low. This identified characteristic is typical of innovative systems of emerging countries whose interactions among actors are scarce. It was also verified, considering the longitudinal analysis, that there are similarities between the networks (as, for example, the relevance of firms as partners), but there are also aspects that differentiate them (universities, for example, stand out as partners of the most recent period). On the other hand, the interactions with foreign universities gain greater relevance in 2016.

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

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

JEL: D83, I15, O30

1. Introdução

O papel que as inovações na área da saúde humana adquiriram nos últimos anos torna esse tema de suma importância, tanto do ponto de vista das políticas de inovação como para as políticas de saúde pública. Os estudos ancorados no enfoque neoschumpeteriano destacam as particularidades dos denominados *health innovation systems* (HANLIN; ANDERSEN, 2016). O caráter *science-based* dos diversos segmentos que integram a indústria de fármacos e medicamentos e a de máquinas e equipamentos médicos tornam esses setores importantes do ponto de vista do conjunto das atividades inovativas.

Importante estudos evidenciam o caráter evolucionário das inovações na área de saúde humana, 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: *quais são as características das redes de interações entre grupos de pesquisa e outras organizações na área da saúde? E como tais redes têm evoluído?*

Nosso objetivo é, portanto, analisar as interações estabelecidas entre grupos de pesquisa e outras organizações¹. 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. Logo, este trabalho tem como objetivo contribuir para a caracterização de processos que 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 de a 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 descritos e, posteriormente, os resultados do estudo são discutidos. As considerações finais podem ser encontradas na última parte deste documento.

2. Referencial teórico

A natureza evolucionária da inovação tecnológica foi tratada pioneiramente por Nelson e Winter (1982), a partir principalmente das contribuições advindas da obra de J. Schumpeter. Em paralelo ou como desdobramento deste trabalho pioneiro, um conjunto significativo de estudos foi produzido nas quatro últimas décadas, ampliando significativamente o conhecimento de como se processa a atividade inovativa, seu caráter sistêmico, suas diferenças no tempo e no espaço e seus impactos sobre a atividade econômica

¹ É importante ressaltar que o termo “universidade-indústria”, comumente usado na literatura, será substituído por “universidade-organizações”, pois, devido as 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. Em segundo, adotou-se o termo “instituições de ensino e pesquisa” ao invés de “universidades” em razão de estarem presentes neste trabalho não só universidades, mas também outras instituições de ensino e pesquisa que ainda não possuem esse *status*.

(LUNDVALL, 1992; FREEMAN, 1995). Dentre estes estudos pioneiros, pode-se destacar os que se dedicaram a compreender como se desenvolvem as interações que produzem novo conhecimento para a geração de inovações. Lundvall (1988; 1992) mostra como as interações estabelecidas entre fornecedores, clientes, organizações de apoio públicas e privadas, além de universidades e centros de pesquisa, contribuem para a geração de inovações e para a conformação de sistemas de inovação. A diversidade de agentes que contribuem para a geração de inovações, em especial as inovações radicais, é o foco do trabalho de DeBresson e Amesse (1991), que discutem como são formados os diversos tipos de redes para inovação.

As diferenças setoriais, em geral, estão na origem da formação e configuração das redes de inovação. De acordo com as contribuições pioneiras sobre padrões setoriais de inovação (PAVITT, 1984), paradigmas e trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982), e com o conceito de sistemas setoriais de inovação (MALERBA, 2002), os setores produtivos diferem em relação aos tipos característicos de interação estabelecidas e aos atores envolvidos na geração de conhecimento e inovações. As interações entre empresas e universidades e/ou centros de pesquisa assumem grande importância nos *science-intensive sectors* e, estes, por sua vez, aumentam sua participação nas economias modernas. São crescentes as interações entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, assim como os requisitos de interdisciplinaridade, que suportam as inovações com graus mais elevados de complexidade. Portanto, a necessidade de reunir um conjunto amplo e diverso de conhecimentos torna a colaboração de distintos atores, em níveis regional, nacional ou internacional, um requisito fundamental para a geração de inovações. Este tema é abordado por um conjunto de trabalhos recentes para a área de saúde humana, foco do presente trabalho.

Gelijns e Rosemberg (1995) analisam a grande complexidade por trás da mudança tecnológica em produtos e serviços médicos e a indispensabilidade de um conjunto de interações de vários tipos para dar suporte ao processo inovativo. O processo é marcadamente evolucionário e, portanto, o denominado modelo linear de inovação não é adequado para explicar o processo inovativo nesse campo do conhecimento, em linha com os argumentos de Kline e Rosemberg (1986). As interações que suportam o processo inovativo na área da saúde relacionam-se, de um lado, à necessidade de integrar diferentes campos do conhecimento (biologia, química, física, engenharia, etc.) para o desenvolvimento das atividades inovativas. De outro lado, há a necessidade de integrar os setores econômicos envolvidos com a área médica (notadamente a indústria farmacêutica e de máquinas e equipamentos) com os serviços médicos. Estes serviços e o conhecimento que eles aportam sobre o funcionamento do corpo humano e suas complexas e diferenciadas respostas aos tratamentos, são cruciais para a evolução das inovações em um processo marcadamente *path-dependent*. Como sintetizam os autores, "progress means finding new problems and the solutions to these problems lay in different domains of knowledge and communities of practice" (MINA et al., p. 791, 2007).

Há, portanto, uma complexa interação entre serviços e indústria dado que os mecanismos de aprendizagem, especialmente nas fases de testes clínicos, envolvem um conjunto de adaptações necessárias para que as inovações sejam exitosas. Ou seja, há mecanismos importantes de *learning by doing*, *learning by interacting* e *learning by using* que suportam inovações incrementais até que invenções, frequentemente desenvolvidas em laboratórios universitários, se transformem em novos produtos e processos na área médica (NELSON et al., 2011).

Dentre as interações que conduzem à inovação na área de saúde humana, destacam-se as que têm como locus principal os hospitais universitários e seus grupos de pesquisa. São estes hospitais que em geral abrigam tratamentos de alta complexidade e/ou pesquisas na área da saúde humana e que estabelecem as interações com a indústria, em especial a de fármacos e medicamentos e a de máquinas e equipamentos médicos (DJELLAL; GALLOUJ, 2005; WINDRUM; GARCÍA-GOÑI, 2008). Diversos fluxos de aprendizado e conhecimento operam desde os grupos de pesquisa hospedados nos hospitais universitários para a indústria e em sentido contrário, em uma avenida de mão-dupla em que a complexidade das interações e as mudanças não-determinísticas ao longo do processo de desenvolvimento de novas trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982) constituem um processo eminentemente evolucionário² (NELSON; WINTER, 1982; NELSON et al., 2011). Em síntese,

² O papel dos hospitais universitários também tem sido discutido desde o ponto de vista de sua interface entre políticas de educação e políticas de saúde (Machado e Kuchenbecker, 2007) e, mais recentemente, entre políticas de saúde e políticas de

[...] innovation in medicine is a process that is distributed across time, space and epistemic and institutional domains; that it entails the entrepreneurial effort of creative individuals as well as the emergence of correlated understanding among heterogeneous agents whose rules of interaction are contingently instituted in socio-economic systems along unfolding scientific and technological trajectories (METCALFE *et al.*, 2005, p. 1283).

A forma com que as interações com vistas à inovação se desenvolvem no espaço econômico pode levar à um processo de *clusterização*, dando origem a sistemas regionais de inovação. Estes sistemas têm sido abordados por parcela crescente da literatura, que se centram nas interações que são viabilizadas e/ou facilitadas pela proximidade territorial. De acordo com Cooke (1998), Asheim e Gertler (2006) e outros autores, os fluxos econômicos tendem a ter diferentes configurações em virtude de processos de deslocalização e re-aglomeração em territórios específicos. A natureza particular de condições históricas, culturais, sociais e econômicas nos territórios permite o surgimento de aprendizagem por interação e desenvolvimento de habilidades e capacidades em nível local, que são importantes para a geração de inovações. A construção de tais capacidades depende fortemente de conhecimento tácito que, para a sua produção e uso, requer proximidade geográfica. O reconhecimento do papel fundamental que a proximidade espacial apresenta para a transmissão e troca eficiente de conhecimento tácito, reforça a importância dos *clusters* inovadores, distritos e regiões (ASHEIM; GERTLER 2006). Para DeBresson e Amesse (1991), as redes regionais tendem a ser mais estáveis, devido a fatores sociais e culturais em comum.

A concentração geográfica tende a caracterizar a maioria das atividades intensivas em tecnologia, devido à importância dos fatores externos relacionados à difusão do conhecimento e aprendizagem por interação, especialmente entre empresas e universidades ou centros pesquisa. O reconhecimento da importância de fatores externos ligados ao território em indústrias intensivas em conhecimento, está na raiz das recentes políticas públicas voltadas para a formação de parques científicos ou tecnopolos (MOWERY; SAMPAT 2006; ASHEIM; GERTLER 2006)³. No caso da área da saúde, esta tendência é mais evidente na indústria de biotecnologia.

Os diversos tipos de interação e geração de conhecimentos que suportam a inovação na área da saúde humana, em geral, não se apresentam nos países em desenvolvimento. Há um conjunto de aspectos de natureza histórico-estrutural que impedem/limitam o desenvolvimento de sistemas de inovação em saúde adequados às suas estruturas de demanda.

Embora de suma importância para que se possa promover sistemas de inovação em saúde que tenham como referência as especificidades dos países em desenvolvimento, os estudos que se dedicam à esta temática para o caso brasileiro são ainda escassos e bastante recentes. Chaves e Albuquerque (2006), ao discutirem as relações entre as atividades científicas e tecnológicas para a área de saúde no Brasil, mostram que há uma desconexão entre estas atividades. Por um lado, existe baixa produção científica, insuficiente para provocar um círculo virtuoso que gere produção tecnológica; por outro, a produção tecnológica local é igualmente pequena e insuficiente para estimular a criação de novos campos de investigação científica.

Parte dos estudos brasileiros voltada ao exame das interações com vistas à inovação adota a noção de complexo econômico-industrial da saúde (CEIS). Estes estudos investigam as interações entre a base industrial produtora de bens (de base química e biotecnológica e de base mecânica, eletrônica e de materiais) e os setores prestadores de serviços (hospitais, ambulatórios, serviços de diagnóstico e tratamento) que são consumidores dos produtos manufaturados do primeiro grupo e, ao mesmo tempo, articulam o consumo por parte dos cidadãos desses produtos industriais (GADELHA, 2003; 2012; BARBOSA; GADELHA, 2012). Os subsistemas industriais do CEIS no Brasil apresentam como características: i) uma indústria de base química, produtora dos produtos farmacológicos, majoritariamente composta por empresas multinacionais, cujas atividades de P&D concentram-se em seus países de origem;

inovação (Miller e French, 2016). As distintas lógicas que direcionam a atuação desses hospitais acarretam conflitos de distintas ordens, mas há um reconhecimento crescente de sua importância para a inovação na área médica.

³ Mais recentemente, alguns autores discutiram o crescimento das interações universidade-indústria que vão além do nível nacional, explorando as tensões entre os sistemas nacionais de inovação e a crescente globalização econômica. Esses estudos mostram que os fluxos e conexões internacionais entre empresas e universidades estão aumentando, as chamadas redes globais de inovação. Um resumo desses estudos pode ser encontrado em Ribeiro *et al.* (2015).

ii) uma indústria de base mecânica, eletrônica e de materiais pequena, com grande parte da demanda atendida por importações (ALBUQUERQUE; CASSIOLATO, 2000).

Paranhos e Hasenclever (2011) detalham esses aspectos ao mostrar, a partir de dados da Pesquisa de Inovação (Pintec) e do CNPQ, que as empresas nacionais do setor farmacêutico interagem de forma muito limitada com universidades, o que as diferencia das empresas de outros países. O foco dessas empresas na produção de medicamentos genéricos, que não representam inovação para o mercado, o seu tamanho reduzido e as dificuldades de financiamento são os principais fatores explicativos para um baixo e pouco complexo padrão de interação e pelo reduzido volume de gastos em P&D. Reforçando, com outras bases de dados, as conclusões de Paranhos e Hasenclever (2011) sobre o baixo conteúdo inovativo da indústria brasileira de medicamentos, Vidotti et al. (2008), ao analisarem a relação entre os novos medicamentos lançados no Brasil entre 2000 e 2004 e as doenças que mais acometem a população, concluem que, além de ter diminuído o número de novos medicamentos lançados, a maior parte deles não era nova em termos terapêuticos. Tais características limitam significativamente as interações que poderiam gerar dinâmica inovativa para o sistema de inovação em saúde. Com vistas a contribuir para diminuir essa lacuna, o presente trabalho é desenvolvido.

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 regional de saúde do RS, e **organizações** em geral. Para a análise das redes, utilizou-se os dados dos grupos de pesquisa 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 2016⁴.

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 conhecimento⁵; 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 e como poderá ser verificado nas figuras das redes apresentadas adiante. 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. Seis tipos de organizações foram identificados: *Association, College, Firm, Public Institution, University e Hospital*. Em relação à localização da organização, 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 de dados foram utilizados para a construção da base de matrizes quadráticas necessárias para o tratamento dos dados conforme a SNA. Os softwares UCINET e GEPHI foram utilizados para tanto.

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. Viabiliza também a comparação dos indicadores nas três redes identificadas. Giuliani e Pietrobelli argumentam que a "[...] SNA is considered akin to an 'organizational X-ray' tool as it makes visible what for other methodological approaches is invisible" (2014, p. 9). Vale destacar que já em 2007, Wal e Boschma analisaram a aplicação deste método na área da economia e apontaram o potencial que apresenta para

⁴ O último censo disponível. Os dados dos censos da DGP/CNPq são reportados bianualmente. Em 2012, não foi realizado censo, conforme informado em <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/censos-realizados/>.

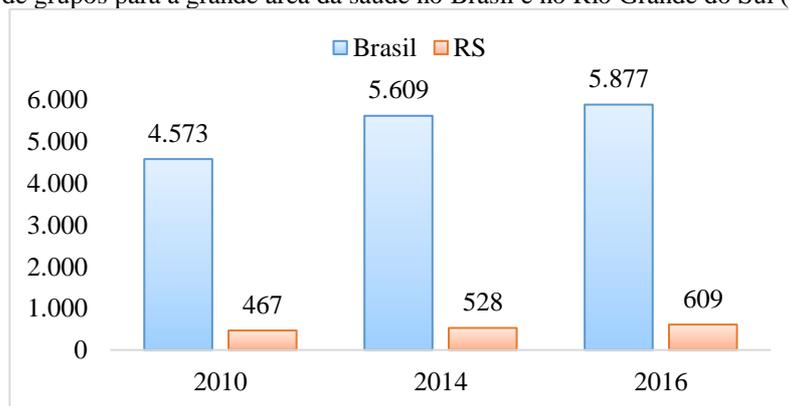
⁵ As siglas empregadas foram as seguintes: phed para Educação Física, 'nur' para Enfermagem, 'phar' para Farmácia, 'pot' para Fisioterapia e Terapia Ocupacional, 'st' para Fonoaudiologia, 'med' para Medicina, 'nut' para Nutrição, 'dent' para Odontologia e 'ch' para Saúde Coletiva.

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.

4. Discussão dos Resultados

O Rio Grande do Sul, como já ressaltado, ocupa a terceira posição dentre os estados brasileiros, tanto em número total de grupos de pesquisa quanto de grupos da grande área das Ciências da Saúde. De 2010 a 2016, há um importante aumento no número de grupos dessa área no Brasil e no Rio Grande do Sul (Gráfico 1). A participação do RS no total de grupos nessa área do conhecimento, contudo, permaneceu relativamente estável; em média, em 10% do total brasileiro. Vale assinalar que o estado de São Paulo tem significativa maior participação no total (Gráfico 2).

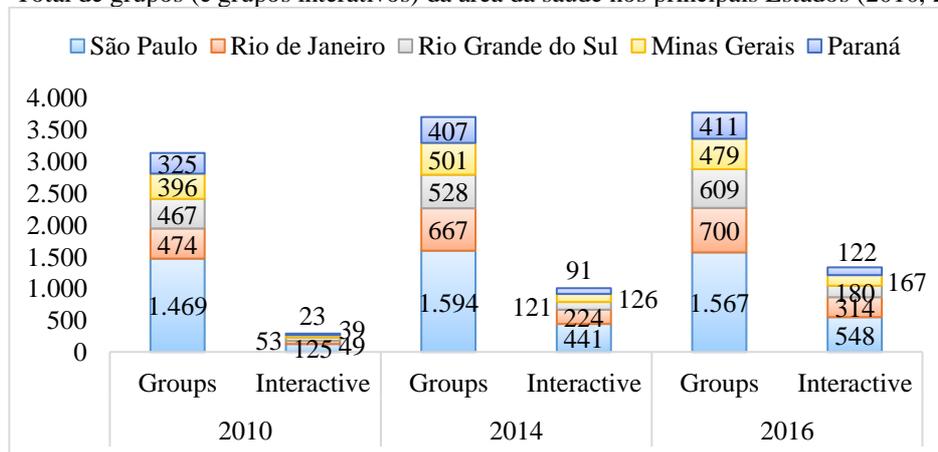
Gráfico 1 - Total de grupos para a grande área da saúde no Brasil e no Rio Grande do Sul (2010, 2014 e 2016)



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

O RS guarda a terceira posição dentre os estados da federação também para os grupos de pesquisa da área da saúde que estabelecem parcerias e, portanto, interagem com organizações diversas. O Gráfico 2 permite melhor visualizar essa posição.

Gráfico 2 - Total de grupos (e grupos interativos) da área da saúde nos principais Estados (2010, 2014 e 2016)



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

Quanto aos grupos interativos da área 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 organizações com as quais interagem e, por fim, na terceira coluna, indica o número total de interações estabelecidas entre os grupos e as organizações. É possível observar que houve significativo aumento no número de grupos que indicaram interagir com organizações, bem como no 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%.

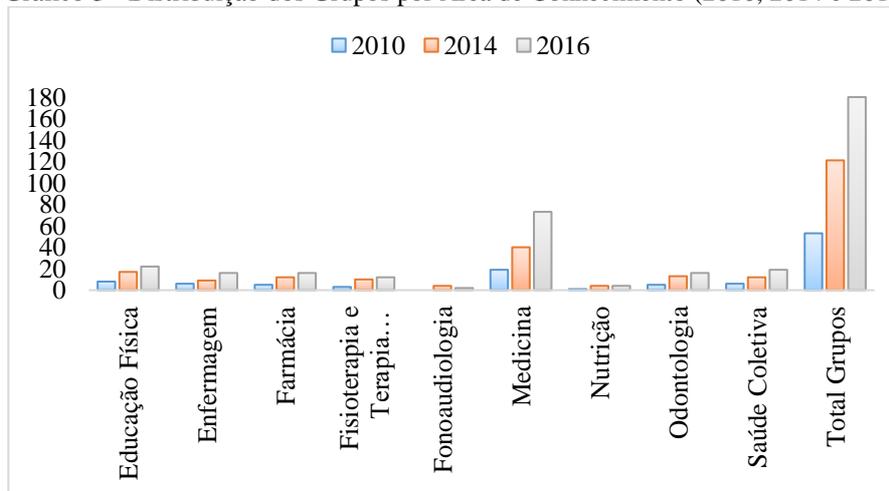
Tabela 1 - Estatísticas gerais para as Ciências da Saúde no RS: grupos, interações e organizações (2010, 2014 e 2016)

	Grupos Interativos	Organizações Interativas	Interações
2010	53	112	130
2014	121	150	240
2016	180	200	368

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

No Gráfico 3, esses grupos que possuem parcerias (interativos) estão distribuídos segundo as distintas áreas de conhecimento da saúde, no RS. 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 3 - Distribuição dos Grupos por Área de Conhecimento (2010, 2014 e 2016)



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

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)^{6 e 7} 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)⁸ – 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.

⁶ A UFRGS é uma universidade pública tradicional e ator importante para o sistema brasileiro de inovação e conhecimento. Considerando o ranking do SCImago para 2017, a UFRGS ficou em sexto lugar no Brasil e em oitavo na América Latina. Desde 2009, a UFRGS ficou entre o quarto e sexto lugar no ranking do Brasil e entre o sexto e o oitavo em termos de universidades da América Latina (<http://www.scimagoir.com/methodology.php>).

⁷ 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. O autor 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).

⁸ O HCPA é considerado referência nacional em hospitais universitários. É modelo na gestão de hospitais universitários, desempenhando um papel importante 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.

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

	Instituição	2010	2014	2016
RMPA	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
Total de Grupos na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)		34	80	122
RS	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
Total de Grupos no RS (exceto RMPA)		19	41	58
Total de Grupos		53	121	180

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 seis tipos de organizações parceiras: *Association, College, Firm, Public Institution, University* e *Hospital*. A Tabela 3 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 Firmas destacaram-se nos três Censos analisados, bem como as Universidades, em 2014 e em 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. Em outras palavras, os grupos de pesquisa relacionam-se cada vez mais com pesquisadores de outras instituições de ensino e pesquisa. 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
College	0	6	16
Firm	85	64	66
Hospital	4	7	10
Public Institution	11	14	17
University	2	53	82
Número de Organizações	112	150	200

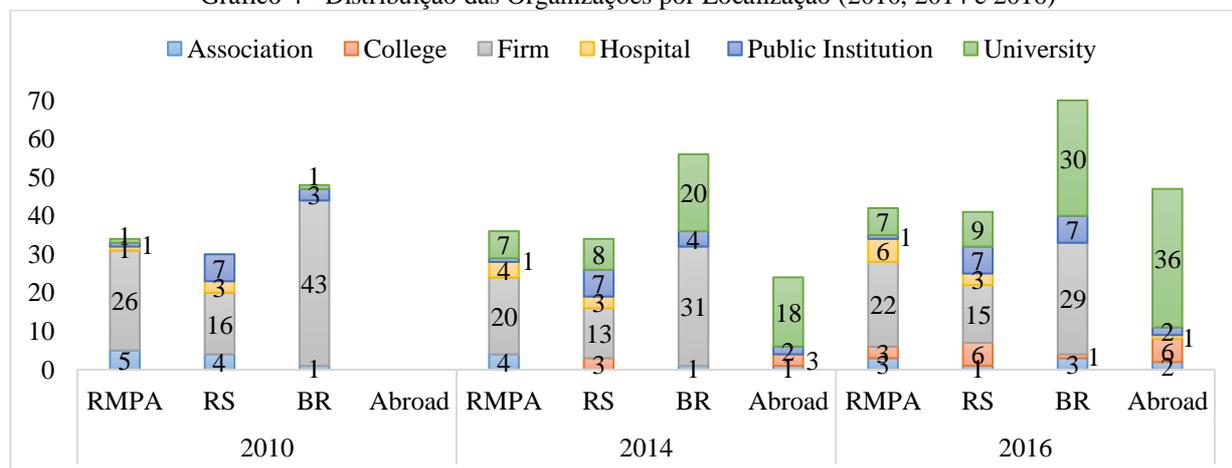
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DGP/CNPq (2018).

Nos três anos investigados, as organizações parceiras estão concentradas, maiormente, no Brasil (Gráfico 4). 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 2014⁹, ganhando ainda mais destaque em 2016. É interessante notar que, apesar de não figurar no Censo de 2010, 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 4 - Distribuição das Organizações por Localização (2010, 2014 e 2016)



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

A Tabela 4 mostra a classificação das organizações parceiras de acordo com as CNAEs declaradas. Os dados foram obtidos para 2010, 2014 e 2016 e reforçam as considerações feitas até agora. Percebe-se que a participação de organizações classificadas como de “Educação” variou significativamente nos três anos. Em 2010, as organizações classificadas segundo essa atividade representavam 4% do total. Em 2016, essa participação é de 47%. Em relação às organizações classificadas como indústria de transformação, observa-se movimento contrário. Tanto o número absoluto quanto sua participação relativa diminuem nos três Censos.

Tabela 4 - Classificação das Organizações por CNAE (2010, 2014 e 2016)

CNAE	2010	2014	2016
Administração pública, defesa e seguridade social	9	10	11
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1	1	1
Atividades profissionais, científicas e técnicas	5	2	4
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	9	11	9
Construção	1	0	1
Educação	5	60	94
Indústrias de transformação	59	41	39
Informação e comunicação	1	0	0
Outras atividades de serviços	2	4	4
Saúde humana e serviços sociais	20	18	22
Não classificados	0	3	15
Total de Organizações	112	150	200

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

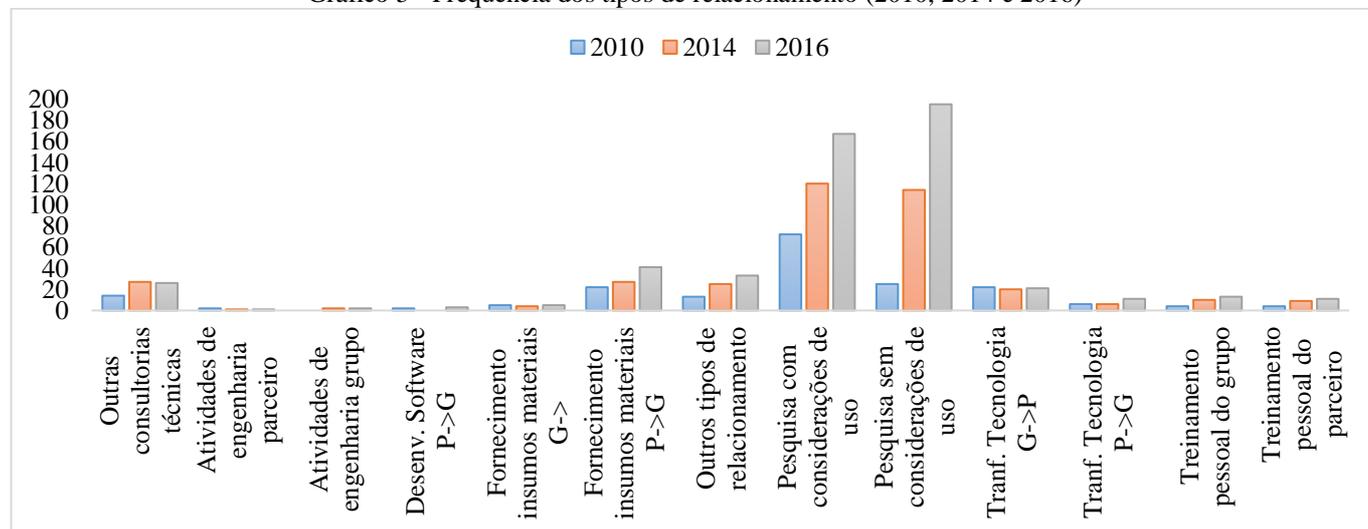
Nos três anos analisados, foram identificados treze tipos de relacionamento¹⁰ estabelecidos entre os grupos de pesquisa e as organizações. O Gráfico 5 apresenta as informações quanto à frequência informada

⁹ 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.

¹⁰ 1) Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores; 2) Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro; 3) Atividades de engenharia

de cada tipo de relacionamento em 2010, 2014 e 2016. Nos dois primeiros Censos, o tipo de relacionamento mais citado foi “Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados”. Em 2016, o tipo de interação mais recorrente foi “Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados”; o que pode indicar o estabelecimento parcerias mais longevas. Nos três Censos, as “Atividades de engenharia” e o “Desenvolvimento de software não-rotineiro” foram os tipos de relacionamento menos frequentes; o que faz completo sentido tratando-se da área de conhecimento ora analisada.

Gráfico 5 - Frequência dos tipos de relacionamento (2010, 2014 e 2016)



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

Com relação à UFRGS, vale melhor descrever as características das organizações com quem seus grupos interagem, já que é a instituição que mais abriga grupos de pesquisa da área da saúde no RS. Como se pode ver na Tabela 5, grande parte dos parceiros localizam-se no Brasil. Parte significativa destes na RMPA. Dentre os tipos de organizações parceiras que predominam, estão as universidades e as firmas. Em 2016, 35 parceiros eram outras universidades e 14 eram firmas.

Tabela 5 Localização das Organizações Parceiras da UFRGS (2010, 2014 e 2016)

	2010	2014	2016
Local	16	19	21
Regional	1	4	6
Nacional	8	16	26
Internacional	0	13	14
Número de Organizações	25	52	67

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

As redes (Figuras 1, 2 e 3) foram geradas com os softwares Ucinet e Netdraw 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, institutos tecnológicos, entre outros, tal como descrito anteriormente – e suas interações estão representadas pelas linhas que conectam esses nós. O tamanho de cada nó informa o quanto de interações esse possui; quanto maior seu tamanho, maior o número de interações que possui na rede.

não-rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo; 4) Desenvolvimento de software não-rotineiro para o grupo pelo parceiro; 5) Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo; 6) Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo; 7) Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores; 8) Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados; 9) Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados; 10) Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro; 11) Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo; 12) Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento "em serviço"; 13) Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento "em serviço".

Figura 1 – Rede de Interações, 2010

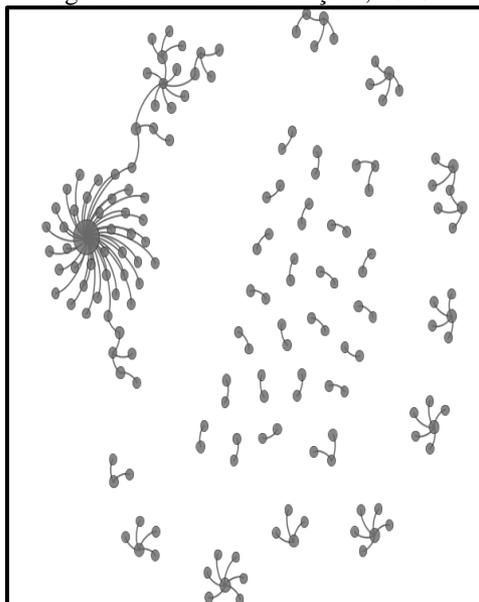


Figura 2 - Rede de Interações, 2014

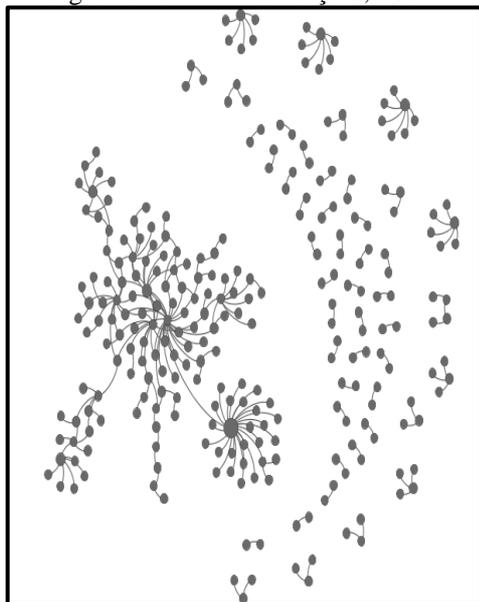
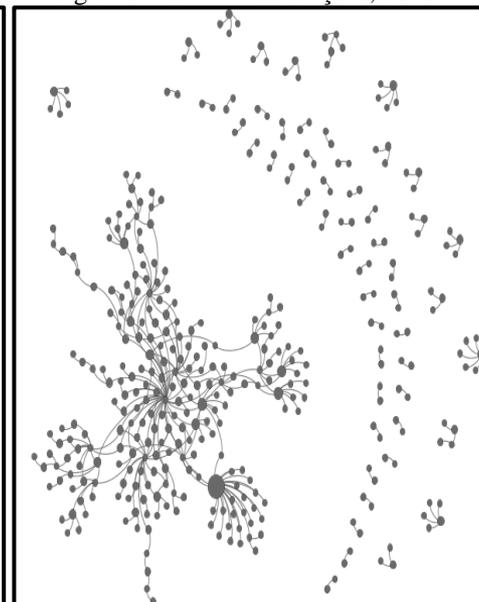


Figura 3 - Rede de Interações, 2016



Fonte: Dados DGP 2010 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2014 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2016 com Gephi 0.9.2.

Nas três figuras fica evidente, mesmo visualmente, o crescimento do número de nós e interações (linhas) de 2010 a 2016. Analisando os diferentes tamanhos dos nós, identifica-se um grande, alguns médios e muitos pequenos; o que informa as diferentes posições dos nós na rede. Os maiores nós são centrais e os pequenos formam a periferia da rede. O maior nó presente em todas as redes e localizado à direita nas três figuras é o grupo de pesquisa 'IBTEC.phed1'. Tal grupo intitulado "Biomecânica do Calçado" pertence ao Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTEC). O destaque que esse ator ganha nos três períodos analisados revela uma característica particular do sistema de saúde humana do RS. Trata-se de um ator cuja especialidade é a área de Educação Física. Diferentes empresas privadas do setor calçadista da região do Vale do Rio dos Sinos¹¹ demandam serviços desse instituto. Nesta região, localiza-se um importante arranjo produtor de calçados do Brasil¹².

Outras características interessantes emergem quando as redes são analisadas conforme a localização geográfica dos seus atores. As Figuras 4, 5 e 6 destacam esse atributo nas redes.

¹¹ A região do Vale do Rio dos Sinos é composta por catorze cidades (Araricá, Canoas, Campo Bom, Dois Irmãos, Estância Velha, Esteio, Ivoti, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Portão, São Leopoldo, Sapiranga e Sapucaia do Sul) localizadas na parte oriental do RS. É considerada uma região socioeconomicamente desenvolvida do estado.

¹² A região do Vale do Rio dos Sinos tem reconhecimento internacional pela produção de calçados em larga escala. É formada por um conjunto de empresas localizadas geograficamente próximas, pertencentes a diferentes setores que compõe a cadeia produtiva coureiro-calçadista e conta com instituições de apoio diversas, dentre estas, o IBTEC.

Figura 4 - Rede geográfica, 2010

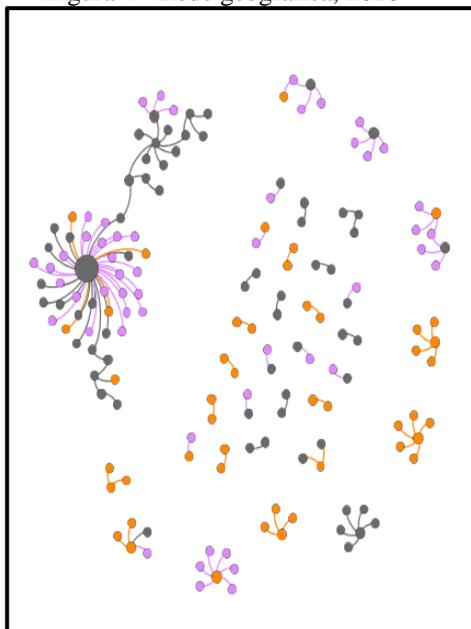


Figura 5 - Rede geográfica, 2014

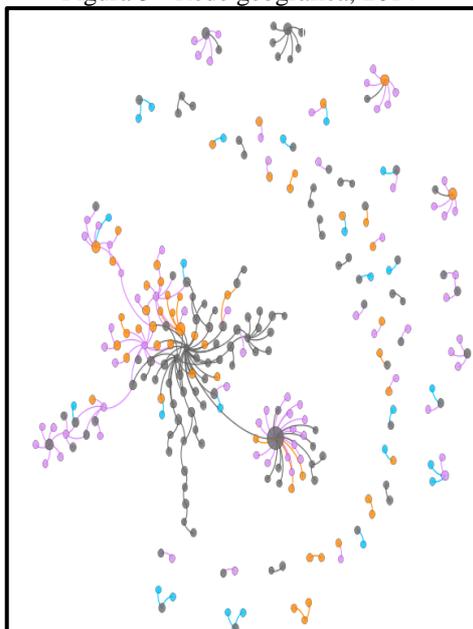
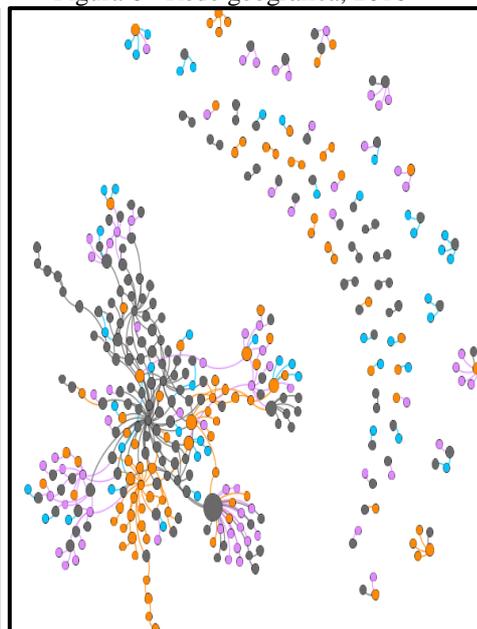


Figura 6 - Rede geográfica, 2016



Fonte: Dados DGP 2010 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2014 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2016 com Gephi 0.9.2.

Localização: Local (L) ● | Rio Grande do Sul (RS) ● | Brasil (BR) ● | Exterior (F) ●

Como pode-se observar, a localização geográfica predominante dos atores nas redes é a ‘local’. Cabe ressaltar que tais atores locais estão em uma posição central na rede. Isso pode ser observado pela predominância de nós redondos cinzas de tamanhos grande e médios. Os atores situados no RS e no Brasil são os que se sobressaem na sequência. Vale frisar que os atores internacionais, identificados pela cor azul, estão ausentes na rede de 2010. Somente a partir de 2014 ingressam na rede. Tais atores estrangeiros interagem justo com o grupo dos nódulos maiores (que são aqueles com maior número de interações). Portanto, pode-se deduzir que as redes vão se “complexificando” ao longo do tempo a partir da entrada de mais atores com diferentes posições na rede e diferentes localizações geográficas.

Para melhor compreender as redes estudadas, foram calculados indicadores de estrutura (densidade e distância geodésica) e de posição (centralidade: degree e eigenvector). Os indicadores são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Indicadores de estrutura e posição da rede (2010, 2014 e 2016)

Indicadores de Rede	2010	2014	2016
Densidade			
Média	0,005	0,003	0,003
Desvio Padrão	0,068	0,057	0,050
Distância Geodésica			
Distância Média	1,000	1,000	1,000
Centralidade			
Média Método Freeman	0,776	0,882	0,968
Desvio Padrão	3,176	1,917	1,819
Centralidade <i>Betweenness</i>	0,000	0,000	0,000
Eigenvector			
Média	0,031	0,026	0,021
Desvio Padrão	0,071	0,055	0,047

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

Em termos de indicadores de estrutura, a ‘densidade’ é definida pela soma de todas as conexões existentes, dividida pelo número teórico de conexões possíveis. No caso da rede de 2010, a densidade foi

de 0,005 informando que 0,5% das ligações possíveis estão presentes na rede. Em 2014 e 2016, esse indicador revelou redes ainda menos densas. Isto é, 0,003 (0,3% das ligações possíveis estão presentes). Além disso, há atores com diferentes comportamentos em termos de número de interações. Isto se deve aos valores relativamente elevados (superiores a uma unidade da média) do desvio-padrão desse indicador. Tal indicador revela que, apesar do aumento do número de atores e de interações ao longo tempo nas redes, 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 o grupo mais periférico (sempre alinhado à esquerda das Figuras). Ali há várias interações que ligam somente dois atores entre si.

O segundo indicador de estrutura - ‘distância geodésica (*geodesic distance*)’ - representa o número de relações no menor caminho possível entre dois nós. Informa, portanto, a conexão mais eficiente entre dois nós. O resultado desse indicador é exatamente o mesmo para todas as redes dos três anos investigados. Uma distância geodésica de 1,0 significa que a conexão mais eficiente entre dois nós é, em média, alcançada com uma conexão somente. Tal resultado é reflexo da pouca densidade da rede e da característica de grande parte das interações serem feitas somente entre dois atores¹³.

Essa característica da densidade é também revelada novamente pelo indicador *betweenness centrality*. Tal indicador é classificado como um indicador de posição dos atores na rede. Teoricamente, esse índice aumenta quando a rede cresce em tamanho e densidade. Para as redes analisadas, esse indicador é zero. Isto indica que as conexões entre dois nós ocorrem sem intermediações de outros atores. Logo, apesar do número de atores aumentar nas redes, a densidade das relações se reduziu. Uma explicação para esse resultado poderia ser a especificidade das relações estabelecidas, entendida pela especificidade dos projetos desenvolvidos e pela particularidade do conhecimento/serviço prestado pelos grupos que informam essas interações.

Ainda quanto ao *degree centrality*, a média desse indicador, medido pelo *Freeman's Method*, informa que a centralidade é muito baixa nas três redes. Esse resultado corrobora a característica da dispersão das interações nas redes já apontada pelos outros indicadores analisados. Levando em conta o desvio padrão, percebe-se que em cada rede analisada há atores com tamanhos de nós diferentes. Isso reflete graus de centralidade distintos.

O último indicador de posição analisado foi o *eigenvector centrality*. Esse indicador considera as conexões de um determinado ator e também as conexões dos atores que se relacionam com ele. Esse tipo de centralidade mede a relevância do ator na rede também pela importância das conexões com seus vizinhos (relações adjacentes). Ao longo dos três anos, são observados resultados decrescentes do *eigenvector*. Isso reflete a dispersão das conexões nas redes ao longo do tempo.

Com a intenção de melhor compreender o papel dos atores que se destacam por suas centralidades, foram calculados dois índices de centralidade para eles: o *eigenvector* e o *best degree group*. A seguir são apresentados os resultados desses indicadores.

¹³ Essa característica da rede, explicitada pelo *geodesic distance*, é também reflexo da forma como o banco de dados do DGP/CNPq é construído. O grupo de atores que informa interagir com outros é somente um: os grupos de pesquisa. Isso faz com que as interações informadas sejam somente unilaterais. Em outras palavras, apenas os grupos de pesquisa informam com quais organizações interagem e não vice-versa.

Tabela 7 - Principais grupos de pesquisa identificados por indicadores de centralidade (2010, 2014 e 2016)

Best Centrality	2010 *	Eigenvector	2010 **	Best Centrality	2014 *	Eigenvector	2014 **	Best Centrality	2016 *	Eigenvector	2016 **
IBTEC.phed1	39	IBTEC.phed1	0,707	IBTEC.phed1	25	IBTEC.phed1	0,379	IBTEC.phed1	25	IBTEC.phed1	0,208
UFSM.phar1	6	UFRGS.nut1	0,02	UNISC.pot1	8	UNISC.pot1	0,165	UNISC.pot1	8	UNISC.pot1	0,142
UFRGS.phar2	5	HCPA.med3	0,001	UFPEL.ch1	6	CUM.pot1	0,159	UFRGS.phar2	8	CUM.pot1	0,14
UNICRUZ.ch1	5	UFRGS.nur3	0,001	UFSM.phar1	6	UFCSPA.phar1	0,132	UNIFRA.nur1	7	UNIPAMPA.phed1	0,125
HCPA.med3	4	UFRGS.med2	0,001	UFRGS.med15	6	UNIPAMPA.phed1	0,132	UFRGS.ch3	7	ICRS.med2	0,123
UFRGS.med9	4	UFRGS.nur2	0,001	UFRGS.phar2	6	UCS.phed2	0,131	UFPEL.ch1	6	UFCSPA.phar1	0,123
UNIJUI.ch1	4	UFRGS.med4	0,001	UFCSPA.med1	5	CUM.ch1	0,131	UFSM.phar1	5	UNISINOS.ch1	0,121
UNISC.pot1	4	UFRGS.med5	0,001	UNICRUZ.ch1	5	UNISINOS.ch1	0,131	UFRGS.med22	5	PUC.pot3	0,121
UFRGS.dent1	3	UFRGS.nur4	0,001	PUC.med4	3	UNICRUZ.pot2	0,128	UFCSPA.med1	4	UFRGS.med22	0,118
UFSM.dent1	3	UFRGS.med8	0,001	UFPEL.ch2	3	UNIPAMPA.phar1	0,128	UFRGS.phed8	4	CUM.ch1	0,118
UPF.ch1	3			HCPA.med5	3	UFRGS.nur7	0,108	UCS.med3	4	UCS.phed2	0,118
UPF.med1	3			UFRGS.med13	3	UFCSPA.nut2	0,107	UFRGS.med25	4	UNICRUZ.pot2	0,114
UFRGS.phed1	2			URI.phar1	3	PUC.pot2	0,106	UNICRUZ.ch1	4	UNIPAMPA.phar1	0,114
UNIFRA.phar1	2			UFRGS.med9	3	PUC.med4	0,106	UPF.med1	3	UFRGS.pot2	0,107
PUC.dent2	1			UFRGS.dent2	2	HCPA.med10	0,106	PUC.ch2	3	UFRGS.nur7	0,107

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do DGP/CNPq (2018). * Número de conexões; **Índice Eigenvector.

A lista dos grupos de pesquisa presentes na Tabela 7 foi construída considerando o conjunto de 15 atores com maior índice *best degree centrality* e *eigenvector* para os três anos analisados. Observando a coluna do *eigenvector* para o ano 2010, verifica-se que há apenas 10 atores listados. Tais atores (grupos de pesquisa) são os que apresentam maior centralidade nesse ano. Um conjunto maior de nós centrais não foi identificado em 2010 tanto pelo fato do grupo de atores ser pequeno nessa rede *vis-à-vis* as demais redes quanto pelas conexões serem mais dispersas do aquelas identificadas nas redes de 2014 e de 2016.

Considerados todos os grupos listados nos três anos, a maioria está sediado em universidades públicas e de áreas de conhecimento diversas (medicina, farmácia, química, educação física e outras).

Levando-se em conta o índice de *best degree centrality*, verifica-se ainda que somente um conjunto de cinco atores se repete ao longo dos anos (redigidos em vermelho e destacados em cinza na Tabela 7). Essa repetição observada indica uma posição de maior centralidade destes cinco atores nas três redes analisadas. Tal grupo está ainda sempre em primeiro lugar na lista do *best degree centrality*.

As Figuras 7, 8 e 9 adiante mostram a posição destes cinco atores pelo indicador *best degree centrality* nas redes.

Figura 7 - *Best degree centrality*, 2010

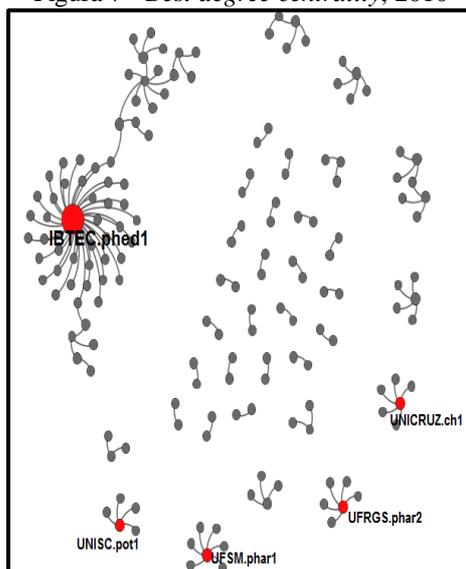


Figura 8 - *Best degree centrality*, 2014

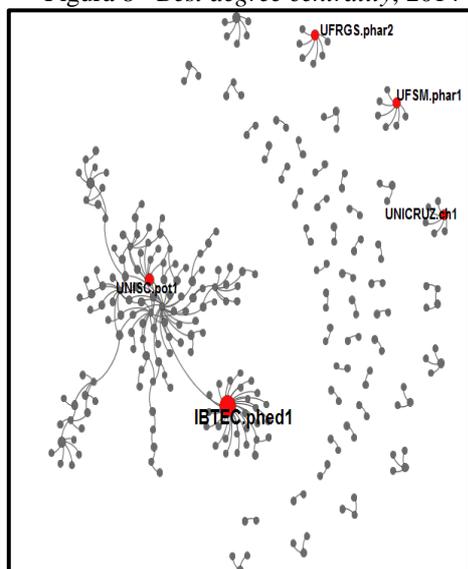
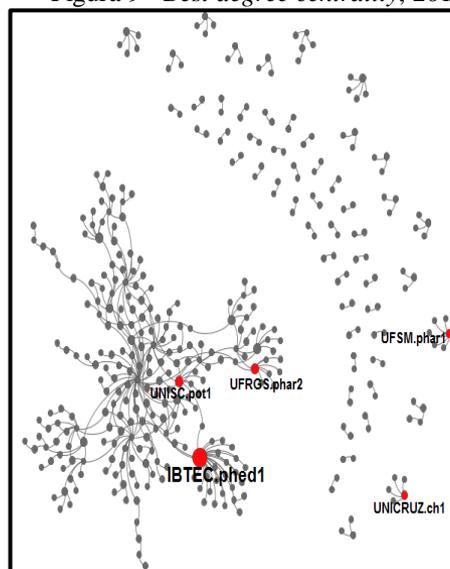


Figura 9 - *Best degree centrality*, 2016



Fonte: Dados DGP 2010 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2014 com Gephi 0.9.2.

Fonte: Dados DGP 2016 com Gephi 0.9.2.

Levando-se em conta o índice de centralidade *eigenvector*, somente um ator se repete nos três anos: o IBTEC.phed1. Esse grupo de pesquisa mantém sua posição de maior centralidade nas três redes. Em 2014, o grupo UNISC.pot também passa a participar do grupo central da rede. E, em 2016, o grupo UFRGS.phar2 se soma ao conjunto de nós mais centrais da rede.

Para caracterizar esses cinco grupos de pesquisa que se repetem nas três redes foram organizadas informações relativas às suas características gerais (nome, área de atuação, período de fundação e localização geográfica), à sua composição em termos de equipe (alunos e professores atuantes), à produção intelectual dos seus líderes, e às suas interações (quantidade e tipos de parceiros).

Os grupos 'Tecnologia de produtos farmacêuticos' (UFRGS.phar2) e 'Desenvolvimento de testes e ensaios para avaliação de insumos e produtos farmacêuticos' (UFSM.phar1) realizam pesquisas na área de farmácia, enquanto o grupo 'Reabilitação em Saúde e suas Interfaces' (UNISC.pot1) atua na área de fisioterapia e terapia ocupacional e o grupo 'Biomecânica do Calçado' (IBTEC.phed1), único cujo locus não é uma universidade (mas sim o IBTEC), insere-se na área de educação física. O grupo 'Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva' (UNICRUZ.ch1) atua na área de saúde coletiva.

A maioria dos cinco grupos foi criada no início dos anos 2000. Somente o grupo UFRGS.phar2 já atuava desde o começo da década de 1990. Os grupos IBTEC.phed1 e UFRGS.phar2 estão localizados na RMPA. Outros dois - UFSM.phar1 e UNISC.pot1 - encontram-se na região central do RS, nos municípios de Santa Maria e Santa Cruz do Sul. O grupo UNICRUZ.ch1 está localizado na região noroeste do Estado.

Todos os grupos são liderados por professores atuantes em instituições de ensino superior, mesmo no caso do IBTEC.phed1, já que seus líderes são docentes de universidades no estado de Santa Catarina (geograficamente próximo do RS). No geral, todos os grupos são liderados por pelo menos um professor que participa de programa de pós-graduação *stricto sensu*. A Tabela 8 sintetiza as informações acerca das produções intelectuais dos líderes. Os grupos da farmácia possuem o maior número de patentes depositadas; entretanto, os líderes do grupo de educação física possuem o maior número de artigos publicados.

Tabela 8 - Produção intelectual dos líderes dos grupos

GRUPO	LÍDER	PPG ¹⁴	ARTIGOS	PATENTES	INDEX-H ¹⁵
IBTEC.phed1	Avila	-	199	1	7
	Soldi	7	145	-	30
UFRGS.phar2	Bassani	7	98	8	23
UFSM.phar1	Dalmora	4	101	3	NI
UNISC.pot1	da Silva	-	44	-	4
	Valim	4	70	-	9
UNICRUZ.ch1	Mendes	-	12	-	1
	De Carvalho	-	40	-	-

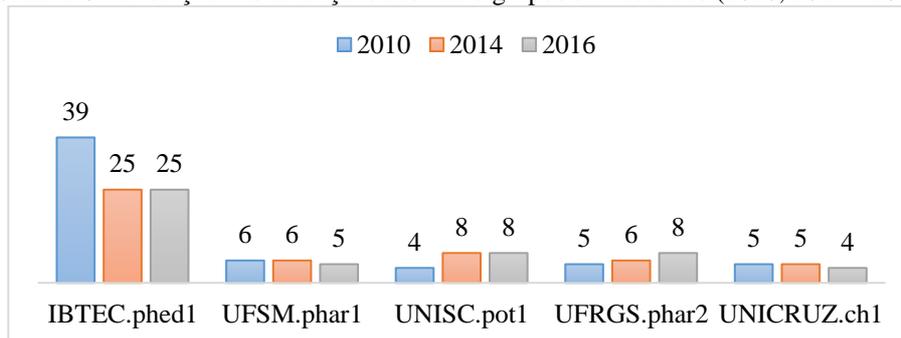
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq, páginas dos cursos de pós-graduação e ResearchGate (2018).

O Gráfico 6 adiante apresenta a evolução das interações estabelecidas pelos grupos com as organizações de variados tipos. O grupo IBTEC.phed1 possui o maior número de interações nos três anos. Os demais, com exceção do UNISC.pot1 que dobra o número de interação de 2010 para 2014, mantêm uma certa regularidade no número de parcerias.

¹⁴ "Nota PPG" indica a nota atribuída pela Capes ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu*. A nota mais alta é sete e a mais baixa é três.

¹⁵ O Índice-H quantifica a produtividade e a relevância das produções científicas. O número no índice relaciona o número de publicações com o número de citações de cada pesquisador. Um Índice-H 5, por exemplo, significa que o autor tem ao menos 5 artigos publicados e estes receberam, no mínimo, 5 citações.

Gráfico 6 - Evolução das interações nos cinco grupos selecionados (2010, 2014 e 2016)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados dos DGP/CNPq (2018).

Na Tabela 9 adiante constam informações sobre o tipo de organização com as quais os grupos informaram interagir. As células marcadas informam o número de parceiros mais frequentes e suas localizações: Association (A), Firmas (F), Universidades (U), Hospitais (H) e Instituições Públicas (PI), localizadas no Brasil (BR), RS (RS) ou local (L). As interações são com parceiros diversos, localizados em diferentes regiões do País e RS. Não foram observados parceiros estrangeiros.

Com exceção do grupo UNISC.pot1 - nos anos de 2014 e 2016 - e do UNICRUZ.ch1 - em todos os anos -, as interações mais frequentes se deram com parceiros do tipo 'firma' (F). No caso do IBTEC.phed1 e UFSM.phar1, as firmas parceiras estavam localizadas, maiormente, no Brasil (BRF). Para o grupo UFRGS.phar2, os parceiros mais frequentes foram as firmas localizadas na RMPA (LF). O grupo UNICRUZ.ch1 interagiu principalmente com parceiros 'Instituição Pública' localizados no RS e na RMPA (RSPI e LPI). O grupo UNISC.pot1 é o único no qual se observa uma alteração no tipo de parceiro mais frequente; a partir de 2014 passa a interagir mais com universidades.

Tabela 9 - Parceiros das interações estabelecidas pelos cinco grupos (2010, 2014 e 2016)¹⁶

	IBTEC.phed1			UFRGS.phar2			UFSM.phar1			UNISC.pot1			UNICRUZ.ch1		
	2010	2014	2016	2010	2014	2016	2010	2014	2016	2010	2014	2016	2010	2014	2016
BRA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRF	20	13	11	0	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0	0
BRU	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
RSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
RSF	5	4	5	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0
RSH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
RSPI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3
RSU	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0
LA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LF	10	6	5	5	5	5	0	1	1	1	0	0	0	0	0
LPI	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria a partir de dados dos DGP/CNPq (2018).

Finalmente, quanto ao tipo de interação, para o IBTEC.phed1, UFSM.phar1 e UFRGS.phar2, nos três anos, o tipo mais frequente foi 'Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados'. A interação 'Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro' também foi frequente para esses três grupos. No caso do UFSM.phar1, a interação 'Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo' se destacou. Esse também foi o tipo mais frequente de relacionamento do UNICRUZ.ch1 em todos os anos e do UNISC.pot1 em 2010. Em 2014 e 2016, entretanto, os tipos mais citados do UNISC.pot1 foram 'Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores' e 'Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados'. Além da diversidade do tipo de parceiro e da localização deste parceiro, também há diversidade do tipo de interação estabelecida.

¹⁶ As siglas usadas nesta tabela seguem o padrão informado na parte das estatísticas descritivas.

5. Considerações Finais

O objeto de pesquisa no presente estudo foram as interações estabelecidas pelos grupos de pesquisa em Ciências da Saúde. O objetivo deste trabalho foi analisar as características das redes de interação entre grupos de pesquisa e outras organizações do setor de saúde em países emergentes, como o Brasil. Para tanto, o Rio Grande do Sul é 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.

Em geral, foi possível concluir que:

- Houve um aumento significativo no número de grupos de pesquisa que estabelecem interações com organizações, especialmente universidades, mas também com empresas. Portanto, da perspectiva dos grupos de pesquisa, as interações estão crescendo em importância e são fortemente territorializadas;
- Atores centrais foram identificados nas três redes analisadas. Poucos foram aqueles que estabeleceram interações com várias organizações. A maioria dos grupos de pesquisa que constituem as redes interage com apenas um parceiro. Assim, as redes adicionam mais atores ao longo do tempo, mas esses interagem pouco uns com os outros. Portanto, a densidade das redes é baixa;
- A área de Educação Física possui ampla concentração de interações. Isso ocorre devido ao IBTEC, instituto tecnológico que possui um grupo de pesquisa muito interativo na rede, principalmente com empresas. Ao contrário de outras entidades, o IBTEC está ligado à indústria calçadista, que é um importante setor produtivo de RS;
- Em relação aos atores, destaca-se a UFRGS: essa universidade contou com 51 grupos de pesquisa em 2016, que representam 28% de todos os grupos de pesquisa com interação na área de Ciências da Saúde no RS. Esses grupos interagiram com 67 organizações neste ano (35 eram universidades). A maioria deles está no Brasil; apenas 14 são organizações estrangeiras. Houve um aumento significativo de organizações parceiras, já que em 2010 eram apenas 25; em 2014, 52; e, em 2016, 67. Os grupos da UFRGS estão distribuídos nas diversas áreas do conhecimento, principalmente na medicina;
- A 'proximidade geográfica' mostra-se como um fator crítico nas interações. Foi identificado que 41,5% de todas as organizações com as quais os grupos interagem estão no RS em 2016. Tal resultado corrobora outros estudos - Cooke (1998), Asheim e Gertler (2006), Asheim, Smith e Oughton (2011) e outros autores - que destacam o quanto as interações são facilitadas pela proximidade territorial. DeBresson e Amesse (1991) apontam que as redes regionais tendem a ser mais estáveis devido a fatores sociais e culturais comuns;
- Firmas e universidades se sobressaem enquanto organizações parceiras dos grupos de pesquisa ora analisados. Embora no caso das firmas, tenha havido uma diminuição do número de parceiros desta natureza ao longo do período analisado. Já no que tange às universidades, observou-se um incremento significativo nas interações entre elas e os grupos de pesquisa de 2010 a 2016. Tal constatação vai ao encontro dos achados de outros trabalhos, nos quais a interação universidade-universidade (grupos-grupos/pesquisadores-pesquisadores) é chave para a geração de conhecimentos neste campo de conhecimento. Nelson et al. (2011), por exemplo, indicam a existência de caminhos múltiplos e mecanismos envolvidos na evolução dos conhecimentos médicos e na prática médica. As interações identificadas entre universidades revelam um desses caminhos para o progresso médico: os avanços científicos, responsáveis por um maior entendimento do corpo humano e das patologias das doenças;
- As proximidades cognitiva e institucional são, ainda, fatores que explicam a relevância das universidades tanto como ator que abriga o grupo quanto como organização parceira;
- Com relação ao incremento das interações com universidades localizadas no exterior, uma possível explicação para isso está relacionada aos recentes incentivos à cooperação científica internacional provenientes de organismos que avaliam a pós-graduação *stricto sensu* no Brasil e de agências de fomento. Além disso, entende-se que essa nova característica evidencia uma maior capacidade dos pesquisadores em estabelecer parcerias com pesquisadores de outras universidades, o que pode ser devido à crescente visibilidade dos resultados da pesquisa e fruto de sua excelência;
- Quanto às especificidades dos países emergentes, os resultados deste estudo referem-se, reiteram e complementam a literatura sobre as interações universidade-indústria no Brasil. Diversos estudos

apontam para o fato de que essas relações ainda são escassas no cenário científico e tecnológico do País. Nesse sentido, constatou-se que, em geral, os grupos interagem com poucos parceiros diante das inúmeras oportunidades que se apresentam na rede. Com o tempo, uma institucionalidade, no sentido amplo, visando promover parcerias entre esses diferentes atores no sistema de inovação, tem que ser construída. Isso significa que é necessário ampliar os fluxos de troca de conhecimento de forma bidirecional para articular os atores e organizações para a melhoria da saúde e dos sistemas nacionais de inovação (DUTRÉNIT; ARZA, 2015; CHAVES; MORO, 2007). Para isso, novas articulações entre os atores devem emergir.

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 (relacionando suas características quanto ao perfil de sua equipe, tipos de organizações parceiras, bem como sua localização, etc., aos tipos de interações estabelecidas). Sugere-se também analisar outros indicadores que possam informar questões relacionadas ao papel dos atores nas redes, além dos indicadores de centralidade utilizados neste estudo. Deste modo, pode-se avançar na identificação de diferentes comportamentos dos atores presentes nas redes analisadas.

Outro caminho a ser seguido em estudos 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 de outros atores que interagem com eles nas redes. Se a intenção é entender como o conhecimento científico e tecnológico se desenvolve e se transfere, 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. da M.; CASSIOLATO, J. E. As Especificidades do Sistema de Inovação do Setor Saúde. **Revista de Economia Política**, v. 22, n. 4 (88), outubro-dezembro 2002.
- 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.
- BORGATTI, S. P. Centrality and network flow. **Social Networks**, v. 27, p. 55-71, 2005.
- 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, Hans-Joachim; COOKE, P.; HEIDENREICH, Martin (Ed.). **Regional Innovation Systems**. London: UCL Press, 1998. p 2-25.

- DeBRESSON, 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.
- DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, 11, p. 147-162, 1982.
- 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**, 2015, pp. 93–119. Cheltenham: Edward Elgar.
- FREEMAN, C. The ‘National System of Innovation’ in Historical Perspective. **Cambridge Journal of Economics**, 19, p. 5-24, 1995.
- GADELHA, C. A. G. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 521-35, 2003.
- 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.
- GIULIANI, E.; PIETROBELLI, C. Social network analysis: methodologies for the evaluation of cluster development program. **Technical Notes**, Washington, n. IDB-TN-317, Nov. 2014.
- HANLIN, R.; ANDERSEN, M. H. Health Systems Strengthening. Rethinking the role of innovation. **Globelics Thematic Report 2016**. Denmark: Aalborg University Press, 2016.
- HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to Social Network Methods**. Califórnia: University of Califórnia, 2005.
- KLINE, S.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. 1, p. 9-48, [1986], 2015.
- 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, Sérgio Pinto; KUCHENBECKER, Ricardo. Desafios e perspectivas futuras dos hospitais universitários no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, s.l., v. 12, n. 4, p.871-877, 2007.
- MALERBA, F. Sectoral System of Innovation and Production. **Research Policy**, v.31, p.247–264, 2002.
- METCALFE, J. S.; JAMES, A.; MINA, A. Emergent innovation systems and the delivery of clinical services: The case of intra-ocular lenses. **Research Policy**, 34, p. 1283–1304, 2005.
- MILLER, Fiona A.; FRENCH, Martin. Organizing the entrepreneurial hospital: Hybridizing the logics of healthcare and innovation. **Research Policy**, [s.l.], 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.

- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, Mass./London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- 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.
- PAVITT, K. Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, n.13, North-Holland, 1984.
- RIBEIRO, L.; BRITTO, L.; KRUSS, G.; ALBUQUERQUE, E. Global interactions between firms and universities: a tentative typology and an empirical investigation. ALBUQUERQUE, E.; SUZIGAN, W.; KRUSS, G.; LEE, K. (Eds) **Developing National Systems of Innovation - university-industry interactions in the Global South**. Edward Elgar/IDRC, 2015.
- TATSCH, A. L.; RUFFONI, J.; BOTELHO, M. R. A. Health Innovation System: networks in Rio Grande do Sul/Brazil. **América Latina Hoy**, v. 73, p. 87-119, 2016.
- THUNE, T.; MINA, A. Hospitals as innovators in the health-care system: A literature review and research agenda. **Research Policy**, [s.l.], 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. 15th Globelics International Conference, 2017.
- VIDOTTI C. C. F.; CASTRO, L. L. C; CALIL, S. S.. New drugs in Brazil: Do they meet Brazilian public health needs? **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 24, p.36-45, 2008.
- WAL, Anne L. J.; BOSCHMA, Ron 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.