

**ENEI**

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG**Inovação, Sustentabilidade e Pandemia**

10 a 14 de maio de 2021

**Rede de interações na área da saúde no Brasil:
quem são os atores-chave nos fluxos de geração e difusão de conhecimentos?**

Ana Lúcia Tatsch (UFRGS);

Janaina Ruffoni (Unisinos);

Marisa Botelho (UFU);

Rafael Stefani (UFRGS)

Resumo:

O estudo analisou as interações de grupos de pesquisa brasileiros da área da medicina. O método de *Social Network Analysis* foi utilizado para estruturar as redes, identificar suas comunidades e calcular seus indicadores. Os dados utilizados foram do censo de 2016 do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) para quatro estados - São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul -, os quais concentram em torno de 60% dos grupos interativos. Os resultados apontam que o conhecimento na área da medicina é produzido por um vasto conjunto de grupos de pesquisa que formam uma rede com muitos atores, mas pouco densa em termos de interações. Dez comunidades respondem por 56% do total de conexões e revelam os atores centrais. Os grupos de pesquisa interagem principalmente com universidades públicas nacionais; hospitais e firmas também figuram como parceiros.

Palavras-chave:

Produção de conhecimento; Interações Universidade-Organizações; Área de Conhecimento da Medicina, Brasil.

Código JEL: D83, I15, O30

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

1. Introdução

O conhecimento científico e tecnológico vem se tornando, cada vez mais, complexo e de difícil produção, exigindo esforços e recursos de atores diversos. A característica *science-based* de um conjunto de produtos e serviços explica a crescente relevância que ganham as interações entre atores nas economias modernas. No campo da saúde, os estudos assinalam que as colaborações entre distintos agentes estruturam a pesquisa científica e tecnológica nas suas diferentes etapas. É destacado o papel da colaboração entre universidades e centros de pesquisa nas fases iniciais, enquanto firmas e hospitais têm grande importância nas fases de testes clínicos, adaptações e melhorias, até se chegar aos produtos e processos inovadores. A complexidade, a multidisciplinaridade e o longo prazo das pesquisas explicam seu caráter evolucionário (Ramlogan et al. 2009; Rosenberg 2009; Morlacchi e Nelson 2011; Nelson et al. 2011).

Esses importantes aspectos são reconhecidos pela literatura a partir da análise das economias desenvolvidas, mas há poucos estudos empíricos sobre a realidade dos países em desenvolvimento. Neste contexto se insere o presente trabalho que, ao desvendar a realidade brasileira, busca contribuir para a discussão acerca da geração e produção de conhecimento no campo da saúde humana em economias emergentes. A originalidade desta investigação está em, a partir das evidências do Brasil e com base na metodologia de redes sociais, examinar as peculiaridades típicas de realidades de países em desenvolvimentos no que tange à formação de redes de conhecimento no campo da saúde.

Sendo assim, as questões de pesquisa que motivam o presente estudo são: *Que atores participam das redes de geração de conhecimentos na área da medicina em países emergentes? Quais seus papéis?*

O intuito da investigação é analisar a rede de interações dos grupos de pesquisa brasileiros na área de medicina, examinando os atores-chave e seus papéis no processo de geração e difusão de conhecimentos. Nesta direção, procura-se identificar os grupos de pesquisa da medicina que estabelecem interações; verificar quem são seus principais parceiros (firmas, hospitais, outras universidades, etc.) e onde se localizam; bem como analisar o tipo de interação estabelecida entre eles. São analisados, particularmente, os principais *clusters* de atores (comunidades) que mais explicam as interações da rede.

O foco do estudo na área da medicina justifica-se pela sua relevância socioeconômica, pelos avanços que produz na esfera científica e tecnológica e sua importância em número de grupos de pesquisa. A área das ciências da saúde, especialmente a pesquisa biomédica para produção de soros e vacinas, é considerada uma das áreas de conhecimento de excelência no Brasil (Suzigan; Albuquerque, 2011; Nascimento, 2016, De Negri 2018). Dessa forma, releva compreender como o conhecimento é produzido no País neste campo.

Quanto aos procedimentos metodológicos, empregou-se *Social Network Analysis* (SNA). Para a elaboração da rede utilizaram-se os dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) para o ano de 2016 (último Censo disponível).

A rede foi construída a partir das informações relativas a quatro importantes estados brasileiros: São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Sul (RS). Tais estados foram escolhidos por concentrarem em torno de 50% de todos os grupos de pesquisa brasileiros e 60% dos grupos que interagem com parceiros. Entende-se, assim, que tais estados, em conjunto, têm poder explicativo sobre a realidade do País. Sua representatividade se confirma ao examinar-se também o número de grupos específicos da área das Ciências da Saúde. Esses quatro estados juntos respondem por quase 57% do total dos grupos do Brasil nessa área e por 60% daqueles que estabelecem interações neste campo de conhecimento.

O artigo está dividido em cinco seções, além desta introdução. Na segunda seção, é apresentada a revisão bibliográfica; na terceira, os procedimentos metodológicos; na quarta e quinta, informam-se e discutem-se os resultados do estudo; e, por fim, as considerações finais.

2. Revisão Teórica

Colaborações interorganizacionais na pesquisa tornaram-se de suma relevância para os sistemas nacionais de inovação. A crescente complexidade e os altos custos envolvidos nas atividades inovativas, especialmente em setores de alta tecnologia, levam à busca de parcerias externas e à ascensão dos denominados *collective inventors* e *inventors networks* (Powell e Gianella 2010). Também colaborações externas pelos pesquisadores acadêmicos são ampliadas (Perkmann et al., 2013; Ribeiro et al., 2015), crescem parcerias internacionais na pesquisa acadêmica (The Royal Society, 2011), e *academic inventors* nas *research collaborative networks* ganham destaque (Crescenzi et al., 2017).

Embora as empresas tenham participação relevante em determinados setores, as universidades e institutos especializados de pesquisa são o principal lócus de geração de conhecimentos, como abordado por Godin e Grinjas

(2000) e Lissoni (2010). Este último, ao analisar as co-invenções, encontra vínculos mais fortes e permanentes entre aqueles que se situam na academia, do que aqueles que unem academia e indústria.

Do ponto de vista das colaborações interorganizacionais, especialmente as que vinculam universidades e empresas, os principais fatores explicativos são a insuficiente *expertise* das organizações para lidar com o crescimento do estoque de conhecimento; a necessidade de acessar diferentes fontes de conhecimento; a facilitação de novas formas de governança pelas tecnologias de comunicação; e o crescimento de novas oportunidades tecnológicas (Powell e Giannella, 2010).

As especificidades e limites que regem as interações universidade-empresa têm sido tratadas por estudos desenvolvidos com diferentes metodologias (Etzkowitz e Leydesdorf, 2000; Bruneel et al., 2010; De Fuentes e Dutrénit, 2012; Ankra e Al-Tabbaa, 2015; Crescenzi et al., 2017). Um conjunto de artigos de revisão (Mowery e Sampat, 2006; Etzkowitz e Zhou, 2008; Foray e Lissoni, 2010; Perkmann et al., 2013; Mascarenhas et al., 2018; Rybníček e Königsguber, 2019; Fabiano et al., 2020) mostra a evolução desse campo do conhecimento que, de acordo com Rothaermel et al. (2007:778), “... *move beyond a niche field into the mainstream of scholarly debate*”¹.

Um dos focos desses trabalhos é o da análise das diferenças individuais, organizacionais e institucionais que explicam o sucesso e o fracasso das colaborações entre academia e indústria (Mazzoleni e Nelson, 2007; Bruneel et al., 2010; Perkmann et al., 2013; Crescenzi et al., 2017; Rajalo e Vadi, 2017; Hewitt-Dundas et al., 2019), enquanto outro conjunto centra-se nas especificidades dessas colaborações em países em desenvolvimento (Arza, 2010; Freitas et al., 2013; Rapini et al., 2015; Chatterjee et al. 2018; Fischer et al., 2019; Garcia et al., 2019).

No caso do Brasil, trabalhos recentes apontam mudanças favoráveis nas relações entre universidades e empresas como decorrência, ao menos parcialmente, de planos governamentais implementados recentemente² (Fernandes et al., 2010; Rapini et al., 2015, mas, em paralelo, assinalam sua insuficiência. Como sintetizado por Fischer et al. (2019:338), “... *the evolution of the Brazilian regulatory system over time towards closer U-I cooperation has not yet been translated into extensive integration of the two parties*”.

Na área da saúde humana, objeto deste trabalho, o tipo de interações que tem sido destacado na literatura de referência como suporte às atividades inovativas são as que se estabelecem entre as universidades e/ou centros de pesquisa (U-U), que predominam nas fases iniciais da pesquisa; as que se estabelecem entre universidades e empresas (U-E), dado o alto conteúdo tecnológico envolvido em produtos para uso na área médica (fármacos e medicamentos e máquinas e equipamentos médicos); e as que incluem os hospitais (U-H e/ou E-H), seja nas fases iniciais da pesquisa ou naquelas que envolvem testes em seres humanos.

A pesquisa que sustenta as atividades inovativas na área de saúde tem, dentre as suas especificidades, a complementaridade entre pesquisa básica e aplicada, o longo prazo e a multidisciplinariedade (Gelijns e Rosenberg, 1995; Metcalfe et al., 2005; Mina et al., 2007; Consoli e Mina, 2009; Rosenberg, 2009; Morlacchi e Nelson, 2011; Nelson et al., 2011). Esses elementos realçam o caráter exploratório e evolucionário da pesquisa nesse campo do conhecimento e a importância de considerar a inovação em saúde desde uma perspectiva sistêmica, que considere as interações entre cientistas, empresas, aparato regulatório e pacientes (Albuquerque et al., 2004; Consoli e Mina, 2009; Proksch et al., 2019; Marjanovic et al., 2020).

Estes aspectos são tratados por Mina et al. (2007) e Ramlogan et al. (2007) ao analisar os processos de geração de conhecimento que resultaram em importantes inovações na área da saúde humana. Por meio de análise de *networks*, esses trabalhos mostram como se desenvolvem as diferentes fases da pesquisa, a coexistência de fases de consolidação de resultados obtidos com aquelas em que há a exploração de novas possibilidades e o longo processo de buscas até se chegar aos novos produtos e processos. Ao considerar os pontos de vista epistêmico, geográfico e organizacional, chegam a resultados que indicam a formação de diferentes redes multidisciplinares ao longo do tempo, envolvendo diferentes organizações e países.

O tipo de interação depende do estágio de desenvolvimento da pesquisa. Assim, em seus estágios iniciais, é mais comum a interação entre grupos de pesquisa de universidades e institutos. À medida em que o conhecimento sobre a doença avança, novas organizações passam a interagir, como os hospitais quando os testes se fazem necessários, e as firmas, que visualizam as oportunidades de comercialização de novos produtos e processos. Na fase de testes clínicos, as firmas interagem com os hospitais e os profissionais de saúde, cujo conhecimento tácito é considerado de grande relevância para a fase final de desenvolvimento de produtos e serviços (Ramlogan et al.,

¹ Outros tipos de colaboração para a geração de conhecimentos e inovações são aqueles que têm como protagonistas os institutos especializados de pesquisa (Chen et al. 2017; Fonseca et al. 2017; Giannopoulou et al. 2019), assim como as alianças estratégicas e *joint ventures* (Calloghirou et al. 2003; Dodgson 2007; Phelps et al. 2012).

² Nos anos 2000, foram implementados planos de política industrial no Brasil, a saber, a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (2004-07), a Política de Desenvolvimento Produtivo (2008-10) e o Plano Brasil Maior (2011-14). Esses planos, articulados à Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, objetivavam, dentre outros, promover o aumento dos gastos em P&D e da cooperação, especialmente entre universidades e empresas.

2007). Essa fase, para atender requisitos regulatórios e ampliar as possibilidades de comercialização futura dos produtos, é crescentemente internacionalizada (Oliveira e Viana, 2019).

O papel-chave dos hospitais para a pesquisa em saúde tem sido realçado em diversos estudos (Gelijns e Rosenberg, 1994; Hicks e Katz, 1996; Djellal e Gallouj, 2005; Windrum e García-Goñi, 2008; Barbosa e Gadelha, 2012; Thune e Mina, 2016). A interação entre (i) as pesquisas básicas e aplicadas, (ii) as indústrias farmacêutica e de máquinas e equipamentos e (iii) os serviços de saúde, especialmente os prestados por hospitais universitários, são essenciais para acelerar os mecanismos de *learning-by-doing* e *learning-by-using* e propiciar que os novos produtos e processos possam ser difundidos em larga escala. Mais que usuários de novas tecnologias, os hospitais têm um papel ativo na geração de inovações na medida em que o conhecimento da área médica é de suma importância para as configurações, adaptações e introdução de novos tratamentos, em um processo de aprendizado dinâmico (Nelson et al., 2011).

Albuquerque et al. (2004) reforçam o argumento da importância da prática médica. Assinalam que a infraestrutura científica é origem de um fluxo de informações que embasa inovações que impactam na prática médica; num sentido inverso, essa é fonte de informações, dado que traz achados empíricos e propõe questões que precisam ser explicadas no âmbito científico. No âmbito desta argumentação, os autores enfatizam o papel fundamental das universidades que se caracterizariam como centro de convergência desses fluxos.

No geral, as pesquisas no campo da saúde requerem um período longo e, em geral, demandam grande montante de recursos, especialmente quando se trata de testes para novos medicamentos. Essas características fazem com que a pesquisa em saúde nos países em desenvolvimento enfrente adversidades. Estes países têm dificuldades para articular as organizações e reunir os recursos para abarcar todos os tipos de investigação, em especial aquelas que lidam com problemas que são específicos às regiões (Hanlin e Andersen, 2019; De Negri, 2018; Sutz, 2015).

Alem disso, a produção tecnológica é parca para gerar demandas à área científica. De acordo com Albuquerque e Cassiolato (2002), isso ocorre porque há grande presença das farmacêuticas estrangeiras, que concentram suas atividades de pesquisa nos países de origem. Já as empresas locais têm tamanho e recursos reduzidos para fazer face ao oligopólio global, tanto no âmbito das empresas farmacêuticas, quanto das que produzem máquinas e equipamentos. Há também insuficiência do aparato político-institucional de apoio às empresas e à formação de redes de pesquisa (Martins et al., 2012). Ou seja, há uma baixa demanda por soluções tecnológicas mais sofisticadas e os mecanismos de retroalimentação entre produção científica e tecnológica são frágeis. Essa situação pode ser verificada pela comparação entre o grande incremento na produção de artigos científicos vis-à-vis o crescimento menor em patentes na área (Fonseca et al., 2017).

De toda sorte, há grupos e organizações que atuam no campo da saúde com importante renome, cuja construção institucional data de longo tempo. Destacam-se a Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz, sediada no Rio de Janeiro), o Instituto Butantã (São Paulo) e a FUNED (Fundação Ezequiel Dias, sediada em Minas Gerais) (Suzigan e Albuquerque, 2011; De Negri, 2018)³. Somam-se a eles as grandes universidades paulistas e as principais universidades federais dentre as instituições que lideram as principais redes de colaboração e a produção científica (Nascimento, 2016; Tomassini 2017). A longa tradição em pesquisa permitiu a essas instituições se tornarem referências internacionais⁴.

Em termos de distribuição espacial, os estados das regiões Sudeste e Sul se destacam na pesquisa em saúde humana no Brasil. Britto et al. (2012) concluem que os incentivos de política contribuíram apenas parcialmente para reduzir a elevada concentração espacial das competências técnico-científicas em saúde. Com outra metodologia, Caliani e Rapini (2016) chegam a resultados semelhantes. Ao analisar o quantitativo das infraestruturas de pesquisa em saúde, os estados do Rio de Janeiro (110), São Paulo (85), Minas Gerais (60) e Rio Grande do Sul (39) são os líderes. Em termos de instituições envolvidas com a pesquisa nessas infraestruturas aparecem em destaque novamente os mesmos estados: São Paulo (14), Rio Grande do Sul (10), Minas Gerais (7) e Rio de Janeiro (6). As infraestruturas de pesquisa nesses quatro estados representam mais de 71% do total, enquanto o número de instituições representa

³ A relevância da Fiocruz e do Butantã é ressaltada em inúmeros trabalhos. Fonseca et al. (2017), ao comparar as redes de colaboração em C&T formadas a partir do Instituto Bio-Manguinhos (unidade da Fiocruz, no RJ) e do Instituto Butantã, assinalam o crescimento das coautorias (artigos científicos) e co-invenções (patentes) entre os anos de 1999 a 2013. Esses institutos aparecem com destaque também na análise de Alves et al. (2019), que, assim como o trabalho anterior, utiliza a metodologia de redes sociais para analisar os mecanismos de colaboração na indústria biofarmacêutica brasileira. Um importante resultado desse estudo é o de que são as firmas brasileiras, mais que as multinacionais, que lideram as interações com os institutos e universidades.

⁴ Dentre as áreas nas quais o país apresenta grande *expertise* em nível internacional, está a de Ciências da vida e Biomedicina, dado que congregam melhores indicadores de especialização científica, segundo os estudos de Nascimento (2016) e De Negri (2018).

aproximadamente 59% do total envolvido em pesquisas na área de saúde humana no Brasil. Há, portanto, grande concentração nesses estados, o que justifica o exercício empírico desenvolvido neste trabalho.

Em relação às atividades de cooperação, Caliari e Rapini (2016) mostram que são, em sua maioria, com agências de fomento à pesquisa nacionais, instituições de pesquisa brasileiras e estrangeiras. Ou seja, são relações do tipo universidade-universidade, fomentadas com recursos públicos. Já a cooperação com empresas, brasileiras e estrangeiras, é realizada por uma parcela pequena dos laboratórios, o que corrobora os resultados encontrados por Britto et al. (2012) para o período 2002-2010 e por Tatsch et al. (2019). A partir da metodologia de redes sociais aplicada à área de saúde humana no Rio Grande do Sul, as autoras mostram que houve entre 2010 e 2016 um incremento do número de interações, inclusive com pesquisadores de universidades estrangeiras, e ainda, alterações do tipo de interação, crescentemente mais direcionadas à P&D.

Parte dos estudos que constata o crescimento das interações universidade-empresa na área da saúde no Brasil entendem que esse crescimento deve ser creditado às políticas públicas adotadas pós-2004. Programas e incentivos com ênfase na cooperação para a ampliação do conteúdo tecnológico de bens e serviços relacionados à área de saúde foram implementados (Gadelha et al. 2013; Gadelha e Temporão 2018)⁵. O aumento dos gastos em P&D pelas grandes empresas farmacêuticas brasileiras e o aumento das parcerias com universidades é tratado por CGEE (2017) e Paranhos et al. (2019) como decorrente dos efeitos dos planos governamentais. Bianchi (2013) e Alves et al. (2018) também detectam um aumento das parcerias com universidades por parte de pequenas empresas de biotecnologia, focadas em saúde humana, como efeitos de programas de estímulo às *startups*.

Entretanto, a despeito das melhorias verificadas nos últimos anos - seja em aumento de gastos em P&D interno, seja nas parcerias para P&D externo - verifica-se que as empresas farmacêuticas nacionais ainda não se inserem em todas as fases da pesquisa, sendo as mais frágeis as etapas iniciais de desenvolvimento de novos medicamentos (P&D radical), bem como as fases iniciais dos testes clínicos (CGEE, 2017).

Considerando o exposto, as hipóteses deste estudo são:

- 1) universidades, institutos públicos e hospitais têm papel de destaque em redes de colaboração no campo da saúde, visto sua importância nos processos de aprendizagem, geração e difusão de conhecimentos na área médica;
- 2) os tipos de interação realizadas entre esses atores calcam-se, sobretudo, no desenvolvimento da ciência e menos na criação de tecnologias, dada a fragilidade das relações U-E no Brasil;
- 3) as colaborações envolvem poucos parceiros, o que caracteriza as relações de cooperação em economias em desenvolvimento em geral, e no Brasil em particular;
- 4) as interações entre atores localizam-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste, dada a elevada concentração tanto das competências técnico-científicas quanto das infraestruturas de pesquisa em saúde nessas regiões.

3. Procedimentos Metodológicos

O método de *Social Network Analysis* (SNA) foi utilizado para elaboração e análise da rede de interação entre grupos de pesquisa e organizações em geral. Tais organizações compreendem empresas, hospitais, universidades, entre outras. Para a construção dessa rede, foram utilizados os dados informados pelos grupos de pesquisa e divulgados pelo Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (DGP/CNPq) no Censo de 2016 (o último divulgado).

O termo rede é então empregado ao longo deste artigo para referir-se ao conjunto de atores e suas interações. Por atores, compreende-se os grupos de pesquisa da área de medicina de SP, RJ, MG e RS e seus parceiros vinculados a organizações diversas localizadas no Brasil ou no exterior.

A escolha pelo método de SNA para a análise da rede 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. Tal método é comumente empregado em estudos de fluxo e transferência de informações e conhecimentos, de modo a analisar as relações existentes entre os atores da rede.

A partir de indicadores de densidade, centralidade e modularidade é possível verificar características estruturais da rede e da posição dos atores. A análise por modularidade permite a decomposição de nós de uma rede em conjuntos (*communities*) presentes na rede geral. Os nós dentro de cada conjunto/comunidade são densamente conectados e esparsamente conectados externamente (Girvan e Newman 2002). As comunidades têm padrões de interação próprios que as tornam um *cluster* com características particulares (Newman, 2006). Já os principais

⁵ Para a área de saúde, instrumentos importantes foram o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica (Profarma), criado em 2004 (Palmeira Filho et al., 2012; CGEE, 2017); o Programa de Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo, iniciado em 2009; e o Inova Saúde, lançado em 2013 (Gadelha e Braga, 2016; Vargas et al., 2017; Varrichio, 2017).

conjuntos de atores na rede geral, os quais mais explicam as interações observadas, formam os *clusters* ou comunidades centrais. Dentre os diversos softwares disponíveis para análise de redes, optou-se pelo *Gephi*.

Primeiramente, a partir dos dados do DGP/CNPq, foram selecionados os grupos de pesquisa da grande área das Ciências da Saúde localizados em quatro estados – São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul - que informaram interagir com pelo menos alguma organização. Feito esse mapeamento e a tabulação de todos esses grupos, optou-se por selecionar aqueles pertencentes à área da Medicina. Isso porque representam mais de 30% do total dos grupos da área das Ciências da Saúde para esses estados.

Numa segunda etapa, a rede foi então elaborada a partir da seleção dos grupos de pesquisa da área de medicina localizados nos quatro estados que informaram interagir com, pelo menos, alguma organização. Tais grupos foram codificados considerando os seguintes critérios: 1) sigla da instituição de origem do grupo; 2) sigla da área de conhecimento medicina: ‘med’; 3) número do grupo da área de conhecimento presente na mesma instituição; 4) letra indicando o estado ao qual o grupo pertence⁶.

Posteriormente, foram criados códigos também para as organizações parceiras com as quais os grupos de pesquisa informaram interagir. O padrão para geração desses códigos incluiu: 1) sigla do nome da organização; 2) localização e 3) tipo da organização. Em relação à localização das organizações, identificou-se se estão localizadas no País, e, portanto, atribuiu-se ‘BR’ de Brasil ou, alternativamente, indicou-se as siglas dos estados (RS, SP, etc.); ou se situadas no exterior (F)⁷. Quanto ao tipo de organização, cinco tipos foram identificados: Associação (A), Firma (F), Instituição Pública (PI)⁸, Universidade (U) e Hospital (H).

Para melhor compreender a produção e a transferência de conhecimento na área da medicina, optou-se por analisar também os tipos de relacionamentos estabelecidos entre os atores da rede. Para tanto, foi adotada a tipologia proposta em Schaeffer et al. (2017). Os autores criaram uma tipologia das atividades envolvidas nas parcerias, considerando os tipos de relacionamentos classificados no DGP/CNPq à luz da literatura sobre sistemas inovativos. A tipologia dos autores busca diferenciar as interações voltadas para a prática e aplicações de curto prazo daquelas voltadas à pesquisa conjunta de longo prazo, que levam ao aumento da geração de conhecimento. Para tanto, conforme se pode ver no Quadro 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)*.

⁶ Adotou-se ‘S’ para São Paulo, ‘J’ para o Rio de Janeiro, ‘M’ para Minas Gerais, e ‘R’ para o Rio Grande do Sul.

⁷ ‘F’ de *Foreign*.

⁸ Como empregou-se a língua inglesa para nomenclatura das organizações, adotou-se a sigla ‘PI’ para ‘Instituição Pública’ (*Public Institution*). Nos demais casos, há coincidência entre o inglês e o português.

Quadro 1–Tipologias dos tipos de relacionamento

DGP/CNPq	Schaeffer <i>et al. (2017)</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	<i>Research-oriented</i>
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	
Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	
Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	<i>Service-oriented</i>
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. (2017).

4. Resultados

A Tabela 1 adiante informa o número de grupos de pesquisa e de grupos que interagem na área da medicina nos quatro estados analisados. Do total de grupos da medicina (1.071), 36,5% informam estabelecer interações com organizações, sejam firmas, hospitais, universidades, associações, ou instituições públicas (Tabela 2). No total, os grupos realizam 988 interações. Verifica-se que São Paulo tem papel de destaque dentre os estados quando se examinam os montantes de grupos e grupos interativos. Já o Rio de Janeiro chama a atenção por apresentar o maior percentual de grupos interativos (41%) vis-à-vis o número de grupos.

Tabela 1 - Número de Grupos da área da Medicina, Grupos Interativos e Interações, em 2016

	Número de Grupos	Grupos Interativos	Interações
SP	513	189	529
RS	231	73	131
RJ	180	74	200
MG	147	55	128
Total	1.071	391	988

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo 2016 do DGP/CNPq.

Com relação às organizações parceiras, essas foram classificadas como: **Universidades** (sejam públicas sejam privadas); **Hospitais**; **Instituições Públicas**, como, por exemplo, secretarias de governo de diferentes níveis (municipais, estaduais, ...), institutos de pesquisa, agências reguladoras; e **Associações**, que abrangem associações de representação, de classe, entre outras.

A partir das informações da Tabela 2, verifica-se que, para todos os quatro estados, as parcerias se dão maiormente com universidades. As firmas aparecem em segundo lugar como parceiras para os estados de SP e RS. No RJ, são os hospitais que ocupam essa posição e, em MG, são as instituições públicas. De todo modo, no computo geral, as firmas figuram em segundo lugar.

Tabela 2 - Organizações parceiras dos grupos de medicina por tipo, em 2016

	SP	RJ	MG	RS
Associação	15	6	2	4
Firma	33	16	5	22
Hospital	29	18	7	5
Instituição Pública	23	15	13	5
Universidade	125	52	37	37
Número de Organizações	225	107	64	73

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo 2016 do DGP/CNPq.

Nota: Nesta Tabela foram computadas as organizações parceiras mencionadas pelos grupos em cada estado. Uma mesma parceira pode ser mencionada por grupos de diferentes estados; logo, pode ser contabilizada mais de uma vez. Dessa forma, o somatório do número de organizações parceiras nos quatro estados (= 469) dessa Tabela 2 supera o número de organizações de fato envolvidas nas parcerias (= 388 / vide Tabela 3).

Quanto à localização dos parceiros (Tabela 3), a grande maioria (72%) situa-se no Brasil. São as universidades estrangeiras que representam a maior parcela das organizações do exterior (79%). Do total das universidades parceiras, 85 (45%) são estrangeiras. 20% dos hospitais parceiros localizam-se fora do Brasil.

Tabela 3 - Distribuição das Organizações Parceiras por Localização

Organizações Parceiras	Localização		Total
	Brasil	Exterior	
Associação	24	3	27
Firma	71	2	73
Hospital	44	11	55
Instituição Pública	37	6	43
Universidade	105	85	190
Total	281	107	388

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo 2016 do DGP/CNPq.

Com relação aos tipos de relacionamento (Tabela 4), identifica-se que os grupos estabelecem parcerias orientadas principalmente à pesquisa (RE) e ao desenvolvimento (DE). Isto é, voltadas, especialmente, à pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados, bem como às atividades de engenharia e à pesquisa científica com uso imediato dos resultados. As parcerias orientadas à pesquisa sem uso imediato (*research-oriented*), provavelmente, estão relacionadas à colaboração dos grupos de pesquisa com universidades (outros pesquisadores), que são as organizações, conforme já observado, com as quais os vínculos são maiormente estabelecidos.

Tabela 4 – Tipos de relacionamento dos grupos de pesquisa em medicina com as organizações parceiras (2016)

Tipos de Relacionamentos	Frequencia
<i>Research-oriented</i> (RE)	524
<i>Development-oriented</i> (DE)	461
<i>Service-oriented</i> (SE)	121
<i>Training-oriented</i> (TR)	119
<i>Diffusion-oriented</i> (DI)	90
<i>Other</i> (O)	88

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo 2016 do DGP/CNPq, segundo a tipologia de Schaeffer *et al.* (2017)

Nota: Cada grupo de pesquisa pode informar mais de um tipo de relacionamento com cada parceiro.

Na Figura 1, a seguir, apresenta-se a rede que representa as interações entre os grupos de pesquisa da medicina e seus parceiros. As siglas que aparecem na rede indicam os atores que a compõem. São consideradas todas as conexões existentes (*in e out degree*), o que permite descrever tanto os atores que informam interagir (os grupos de pesquisa) quanto aqueles que são parceiros (universidades, firmas, hospitais, etc.). Cada um desses atores representa um ‘nó’ cujas interações estão indicadas por arestas (linhas) que os conectam. Quanto maior o tamanho da sigla (e, por consequência, do nó), maior é o número de interações deste ator (indicando sua maior centralidade na rede).

	Indicadores - 2016	Comunidades (C)		Indicadores - 2016	Comunidades (C)
C1	Centralidade 1,178 Densidade 0,033 Modularidade 9,40%		C6	Centralidade 1,027 Densidade 0,057 Modularidade 4,76%	
C2	Centralidade 1,098 Densidade 0,044 Modularidade 6,56%		C7	Centralidade 1,027 Densidade 0,057 Modularidade 4,76%	
C3	Centralidade 1,039 Densidade 0,042 Modularidade 6,56%		C8	Centralidade 1,029 Densidade 0,061 Modularidade 4,50%	
C4	Centralidade 1,152 Densidade 0,051 Modularidade 5,92%		C9	Centralidade 1,000 Densidade 0,067 Modularidade 3,99%	
C5	Centralidade 1,000 Densidade 0,051 Modularidade 5,15%		C10	Centralidade 1,000 Densidade 0,067 Modularidade 3,99%	

Figura 3 – Principais Comunidades da Rede Geral (2016)

Fonte: Dados organizados a partir DGP/CNPq, tratados com Gephi 0.9.2.

O Quadro 2 adiante resume os principais resultados do exame das informações concernentes a essas comunidades. Os atores centrais (segunda coluna), aqueles que mais estabelecem interações em cada comunidade, são geralmente universidades parceiras ou grupos de pesquisa vinculados a universidades. Os grupos de pesquisa das comunidades vinculam-se (terceira coluna) maiormente a universidades, mas também a hospitais e a institutos públicos, como a Fiocruz. Os principais parceiros (quarta coluna) são também universidades, denotando a predominância de interações do tipo U-U. Hospitais e empresas figuram ainda como parceiros.

A USP é ator central em quatro comunidades; como parceira (C1) e como lócus de grupos que mais interagem (C6, C8 e C10)¹⁰. É uma universidade pública, mantida pelo Estado de São Paulo. Dentre as universidades brasileiras, ocupa o primeiro lugar em vários *rankings* mundiais¹¹. É responsável por mais de 20% da produção científica brasileira. Tal relevância explica também sua posição de destaque na rede geral. Outras universidades, enquanto parceiras, aparecem ainda como atores centrais nas comunidades C3, C4, C5, C7 e C9.

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) aparece como ator central na C2, além de figurar como lócus de grupos nas C4 e C7. É uma instituição de pesquisa e desenvolvimento em ciências biológicas localizada no RJ, considerada uma das principais instituições mundiais de pesquisa em saúde pública. Além da excelência da Fiocruz, pode-se

¹⁰ Na C6 o ator central é o ‘Laboratório de Genética e Cardiologia Molecular’ da USP. Na C8 são dois grupos de pesquisa da USP os atores centrais: ‘Centro de Pesquisa Clínica e Epidemiológica’ e ‘Tratamento Cirúrgico em Estimulação Cardíaca Artificial’. E na C10 é o grupo ‘Doença Coronária Aguda’ da USP o central.

¹¹ Veja, por exemplo, o QS World University Rankings 2020 (<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2020>); o Times Higher Education Latin America University (<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2019/latin-america-university-rankings>); e o Scimago Institutions Rankings (<https://www.scimagoir.com/rankings.php>).

destacar vários institutos públicos de pesquisa que aparecem como parceiros nas comunidades, e que são muito importantes em termos de pesquisa e/ou produção de medicamentos no Brasil. Pode-se citar: Instituto Nacional de Câncer (INCA), Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC), Fundação Ezequiel Dias (FUNED)¹² e Instituto Butantan¹³.

Os hospitais são importantes atores presentes em várias comunidades. Têm um duplo papel: são parceiros e também locus de grupos de pesquisa. Aparecem de forma mais significativa nas comunidades com mais alta modularidade, ou seja, com maior poder explicativo sobre a rede geral (C2, C4, C5 e C6)¹⁴.

Em comparação aos hospitais, as empresas têm papel mais periférico nas comunidades. Embora as firmas apareçam na estatística descritiva com maior frequência de interações como parceiras dos grupos (Tabela 2), a metodologia de análise de redes permite mostrar que, no exame das comunidades, são os hospitais que têm maior centralidade em comparação às firmas.

As empresas ganham destaque como parceiras apenas nas comunidades C9 e C10; embora figurem também em outras comunidades¹⁵. Enquanto a maior parte dessas comunidades que apresentam parcerias com firmas têm entre uma e três firmas parceiras, a C10 é a que conta com maior número (15 no total). Quase na sua totalidade, são multinacionais com filiais no Brasil. Esse aspecto é distinto dos demais relacionamentos com firmas informados pelas demais comunidades, em que a predominância é de firmas nacionais¹⁶. Pode-se dizer que a C10 é a comunidade que mais se aproxima de interações do tipo U-E, tal como discutido no referencial teórico.

¹² Esse laboratório público, vinculado à secretaria de estado de saúde de Minas Gerais, produz, além da Talidomida (medicamento para hanseníase, com potencial para tratamento de câncer), soros anti-peçonhentos, antitóxicos e antivirais. É o único fornecedor da vacina contra meningite C para o Ministério da Saúde.

¹³ Principal produtor de imunobiológicos do Brasil, com reconhecimento internacional como um dos principais centros científicos em saúde do mundo.

¹⁴ Essas comunidades são as que têm hospitais mencionados no Quadro. Como indicado nos títulos das colunas, os atores ali listados são os que predominam. Em outras comunidades (C1, C7 e C8), os hospitais também participam, mas de forma não tão expressiva. Vale frisar que apenas na C3 não há presença de hospitais.

¹⁵ A explicação da nota 14 vale aqui também para o caso das firmas que estão presentes ainda nas comunidades C1, C3, C5 e C6.

¹⁶ Há casos interessantes de startups. Na C1, por exemplo, a FK Biotecnologia S.A., localizada em Porto Alegre no RS, aparece como empresa parceira nesta comunidade. Interage com grupo de pesquisa em genética e hematologia molecular da USP. É uma empresa nacional que atua na área de imunodiagnóstico humano e vacinas terapêuticas anticâncer. Recebeu recursos de subvenção econômica da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia; participou do Programa Inova Saúde; e foi a primeira empresa de biotecnologia brasileira a receber capital de risco.

Quadro 2 – Principais atores, localizações e tipos de relacionamentos

Comunidade	Ator Central	Principais Loci dos Grupos de Pesquisa	Principais parceiros	Localização majoritária Grupos- Parceiros	Tipo predominante dos relacionamentos dos parceiros
C1	Universidade de São Paulo (USP.BR)	Universidades	Universidades (tanto nacionais quanto estrangeiras)	SP-SP	RE e DE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados Atividades de engenharia não-rotineira
C2	Fiocruz (FIOCRUZ.BRPI)	Universidades	Universidades Serviços de assistência à saúde (hospitais, clínicas, ...)	MG-RJ MG-MG	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C3	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP.BRU)	Universidades	Universidades	SP-SP	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C4	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ.BRU) Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ.BRU) Universidade Federal Fluminense (UFF.BRU).	Universidades Instituição Pública (Fiocruz) Hospital	Hospitais Universidades	RJ-RJ	RE e DE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados Atividades de engenharia não-rotineira
C5	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS.BRU)	Universidades (nacionais e estrangeiras) Hospitais	Universidades Hospitais	RS-RS MG-RS MG-MG	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C6	Universidade de São Paulo (USP.med101S)	Universidades Hospital	Universidades estrangeiras Serviços de assistência à saúde (hospitais, clínicas, ...)	SP-Exterior	DE e RE Atividades de engenharia não-rotineira Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados

Quadro 2 – Principais atores, localizações e tipos de relacionamentos

(Continuação)

C7	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP.BRU)	Universidades Instituição Pública (Fiocruz)	Universidades	SP-SP	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C8	Universidade de São Paulo (USP.med178S e USP.med225S)	Universidades	Universidades	SP-Vários Estados Brasileiros	DE e RE Atividades de engenharia não-rotineira Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C9	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS.BRU)	Universidades	Universidades Empresas	RS-RS	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados
C10	Universidade de São Paulo (USP.med43S)	Universidades	Empresas (nacionais e multinacionais)	Vários Estados Brasileiros	RE Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados

Fonte: Elaboração própria.

Em termos de localização geográfica das interações (quinta coluna), os principais estados nos quais os atores das comunidades localizam-se são: SP, RJ, MG e RS. Também se verifica que há uma predominância de interações dentro de cada estado (SP-SP, RJ-RJ, RS-RS, por exemplo). No tocante aos tipos predominantes dos relacionamentos (sexta coluna), esses envolvem, normalmente, atividades de pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados e, portanto, voltam-se à investigação. Quatro comunidades (C1, C4, C6 e C8) informam a realização de atividades de engenharia não-rotineira.

Embora não tenha sido destacado no Quadro, é importante registrar que a análise dos grupos e seus objetos de investigação mostra que há uma diversidade de áreas de pesquisa muito grande. Vale dizer, não se encontra nenhum tipo de especialização aparente nas comunidades. A diversidade de objetos de pesquisa pode auxiliar a explicar a baixa densidade de algumas comunidades, como a C1. Isto é, o número de conexões, dentre as possíveis, é pequeno, provavelmente também em função das especialidades distintas dos grupos de pesquisa que a compõem.

5. Discussão

Pode-se dizer, em resposta às perguntas de pesquisa propostas neste trabalho, que a rede examinada é múltipla, calcada em interações entre universidades, institutos de pesquisa, hospitais e firmas; o que reforça o argumento de que a geração e difusão de conhecimentos no campo da saúde é resultado de um processo de aprendizado dinâmico (Albuquerque et al., 2004; Mina et al., 2007; Consoli e Mina, 2009; Ramlogan et al., 2007; Nelson et al., 2011; Proksch et al., 2019; Marjanovic et al., 2020).

Verificou-se que as universidades têm papel destacado nos fluxos de geração de conhecimentos, pois tanto abrigam os grupos de pesquisa quanto são suas principais parceiras. São, dessa forma, o lócus central no processo de produção do conhecimento, como afirmam vários autores, dentre eles Godin e Gingras (2000).

As universidades com maior relevância na rede são as nacionais e públicas. Considerando todas as comunidades, quatro universidades de São Paulo têm papel importante: USP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). A USP por despontar como ator central na rede geral pode, até mesmo, ser considerada como *gatekeeper*. Além dessas, outras universidades públicas ganham destaque: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal Fluminense (UFF) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Dentre os atores centrais apenas uma universidade privada aparece, a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)¹⁷. Outra organização pública também emerge como ator central: a Fiocruz. Tal instituto de pesquisa, como já assinalado, é reconhecido internacionalmente por pesquisas na área da saúde pública, especialmente na pesquisa biomédica para produção de soros e vacinas.

Tais achados corroboram trabalhos anteriormente mencionados que também sublinham a relevância desses atores (Suzigan e Albuquerque, 2011; Caliari e Rapini, 2016; Nascimento, 2016; Tomassini, 2017; Fonseca et al., 2017; De Negri, 2018; Alves et al., 2019).

Interações entre cientistas, no caso aqui evidenciada pelas parcerias acadêmicas (U-U), são importantes para a qualidade da ciência produzida. As colaborações com colegas não só do Brasil, mas também do exterior, oportunizam trocas de ideias, metodologias e procedimentos, qualificando a ciência e criando oportunidades não só aos pesquisadores, mas também aos estudantes. Essas parcerias promovem, por exemplo, coautorias, citações e visibilidade aos estudos; assim como, colaborações internacionais viabilizam acesso a financiamentos de agências externas. Nesse contexto, as universidades podem ser vistas também como “antenas” de acesso a conhecimentos científicos e tecnológicos internacionais (Albuquerque et al., 2004; Fischer et al., 2019).

As universidades são ainda espaços de convergência de fluxos entre a infraestrutura científica e a prática médica (Albuquerque et al., 2004). Isso se evidencia nas interações universidades-hospitais identificadas na rede. Esses últimos apresentam-se como lócus tanto de achados empíricos frutos do atendimento a pacientes, os quais alimentam as pesquisas científicas, quanto de aplicação dos avanços científicos, possibilitando progressos em diagnósticos e tratamentos.

Os hospitais ganham realce nas comunidades estudadas. A função-chave dos hospitais se revela por estarem presentes nas fases iniciais da pesquisa, naquelas de testagem e na aplicação e difusão de inovações (Gelijn e Rosenberg, 1994; Hicks e Katz, 1996; Djellal e Gallouj, 2005; Windrum e García-Goñi, 2008; Barbosa e Gadelha, 2012; Thune e Mina 2016).

¹⁷ A PUCRS é uma universidade católica, sem fins lucrativos, localizada em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul.

Dadas essas considerações, confirma-se a primeira hipótese do presente trabalho: universidades, institutos públicos e hospitais têm papel de destaque em redes de colaboração no campo da saúde, considerando sua importância nos processos de aprendizagem, geração e difusão de conhecimentos na área médica.

Outra descoberta diz respeito ao tipo de relacionamento entre os atores da rede. As colaborações voltam-se especialmente às pesquisas científicas sem considerações de uso imediato dos resultados, caracterizando relacionamentos *research-oriented* (RE). Pesquisas científicas com considerações de uso imediato dos resultados, enquadradas como *development-oriented* (DE), embora com menos ênfase, também ganham destaque.

Tal resultado faz sentido dada a ênfase de relações do tipo universidade-universidade observadas e dado o carácter exploratório e de longo prazo das pesquisas na área médica. Soma-se a essas razões, a baixa centralidade que ganham as empresas na rede. Tais aspectos confirmam a segunda hipótese do trabalho que assinala que os relacionamentos calcam-se, sobretudo, no desenvolvimento da ciência e menos na criação de tecnologias, bem como assinala a fragilidade das relações U-E no Brasil.

A partir da metodologia de redes, verificou-se que as empresas, embora presentes, têm um papel menos proeminente. Quando da análise das comunidades, isto é, daqueles conjuntos de atores que mais explicam a dinâmica da rede, a centralidade das firmas é baixa. Há diversas razões que ajudam a explicar essa realidade. Dentre elas, estão as características do setor farmacêutico e de equipamentos médicos no Brasil. Esse é formado por empresas estrangeiras, cujas atividades de P&D concentram-se nas suas matrizes, e por empresas nacionais, via de regra, com baixa capacidade inovativa, que interagem pouco com as universidades. A retroalimentação entre produção científica e tecnológica, conseqüentemente, é limitada (Albuquerque e Cassiolato, 2002; Britto et al., 2012; Fernandes et al., 2010; Fischer et al., 2019).

Além disso, constatou-se que as colaborações ocorrem normalmente com poucos parceiros. Mesmo que a rede possua um vasto número de participantes, em média, cada ator tem aproximadamente 1,2 ligações. Por conseguinte, a densidade da rede é baixa. Essa realidade confirma a terceira hipótese e corrobora o entendimento de que em economias em desenvolvimento em geral, e no Brasil em particular, processos colaborativos são menos presentes do que nas economias desenvolvidas.

Várias são as razões que auxiliam a explicar essa realidade. Supõe-se que uma delas relaciona-se à diversidade dos temas de pesquisa tratados pelos grupos e à elevada especialidade do conhecimento científico, o que restringe as interações entre grupos com diferentes focos de investigação. De toda sorte, isso diz respeito às interações entre grupos de pesquisa, mas não explica a baixa interação destes grupos com outros tipos de parceiros.

A literatura explora uma série de entraves que explicam a reduzida colaboração. Dentre eles, sobressaem as características do aparato político-institucional de apoio à formação de redes nesses países, as diferentes motivações que regem a academia e as empresas (Martins et al., 2012; Freitas et al., 2013; Garcia et al., 2019), o modelo de avaliação dos pesquisadores que valoriza a produção bibliográfica em detrimento da tecnológica, dentre outros.

Com relação à distribuição espacial dos parceiros, a maioria localiza-se no Brasil, mas há também parceiros internacionais, dentre os quais várias universidades de renome, maiormente localizadas nos EUA e na Europa. No Brasil, os parceiros situam-se principalmente nos mesmos estados em que se localizam os grupos: SP, RJ, RS e MG. Tal constatação confirma a quarta hipótese do trabalho, que assinala que as interações entre atores localizam-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste, dada a elevada concentração tanto das competências técnico-científicas quanto das infraestruturas de pesquisa em saúde nessas regiões (Britto et al., 2012; Caliri e Rapini, 2016; Tomassini 2017). Ademais, identificou-se que há uma predominância de interações entre atores localizados no mesmo estado, evidenciando ainda o quanto a proximidade geográfica pode ser importante para viabilizar as colaborações.

6. Considerações Finais

Entender a constituição da rede de interações de atores na área da saúde é uma forma de compreender como o conhecimento é produzido, por quem, e para quem transborda. Nesta direção, a contribuição do presente trabalho está em se valer do método de análise de redes sociais para melhor caracterizar o processo de geração e difusão do conhecimento no campo da medicina. Nossos achados permitem avançar na qualificação das interações e melhor compreender os papéis dos atores e fornecem elementos para o debate sobre políticas de apoio à ciência, tecnologia e inovação no Brasil.

A partir do exame dos atributos da rede importantes aspectos foram revelados. Expuseram-se, por um lado, particularidades de sistemas inovativos de saúde e, por outro, especificidades dos países em desenvolvimento e do Brasil em particular.

Entende-se que o importante papel das universidades evidenciado é resultado não só do carácter *science-based* do setor saúde e das características intrínsecas à construção do conhecimento na área médica, mas também fruto do protagonismo da ciência no Brasil.

A infraestrutura científica e a capacidade de pesquisa dos cientistas brasileiros revelam-se como importantes elementos na dinâmica de geração e difusão de conhecimentos. Os resultados realçam o papel central das universidades e institutos públicos e ainda dos hospitais universitários, e, por conseguinte, do investimento público.

Diante desses resultados, os cortes nos recursos para a ciência e a tecnologia que vem ocorrendo no Brasil desde 2016 e, sobretudo, no período recente, mostram-se como uma estratégia equivocada. Ao refletirem-se no sucateamento e desmonte de laboratórios e na falta de apoio à formação e carreira de pesquisadores, impactam negativamente infraestruturas e competências criadas que são núcleo central do processo de produção de conhecimentos.

Deve-se ter consciência que a ciência se constitui também como requisito para o processo de desenvolvimento tecnológico e industrial e, portanto, esforços da comunidade acadêmica devem ser apoiados. As universidades, especialmente as públicas, além de serem o lócus de formação e produção de saberes, são também importantes radares que se alimentam das parcerias internacionais para ter acesso a fronteira do conhecimento. As políticas devem, portanto, incentivar a cooperação científica nacional e internacional e ter um papel de reforço às capacitações dos grupos de pesquisa, estimulando a produção de novos conhecimentos. Nesta direção, valem acordos das agências brasileiras com organismos internacionais de fomento, de modo a estimular a submissão de projetos na fronteira do conhecimento e a ampliar o leque de recursos.

Ademais, nossos resultados relevam também o papel menor das empresas na dinâmica da rede, denotando a fragilidade das interações universidade-empresa em países em desenvolvimento. Características da indústria nacional da saúde, cuja vulnerabilidade se confirma diante da presente crise sanitária, auxiliam a explicar essa realidade. Restritas capacitações produtivas e inovativas dos laboratórios farmacêuticos e das firmas produtoras de equipamentos médicos brasileiras geram não só produtos de baixa complexidade tecnológica, mas também reduzida base cognitiva e limitadas habilidades de absorver novos conhecimentos. Tais debilidades dificultam a interação academia-indústria. Face a isso há que se implantar políticas que estimulem a ampliação das competências inovativas e da capacidade absorptiva das firmas. A ciência é essencial para tal ampliação.

Dentre outros mecanismos de política que poderiam ser utilizados estão as compras governamentais. A demanda por produtos gerada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), sistema público de saúde brasileiro, apresenta-se como uma oportunidade para ampliar e complexificar a produção industrial nacional da saúde. Compras públicas são um importante instrumento indutor de apoio à produção doméstica.

Como demonstrado no estudo, há espaço para ampliar fluxos e articulações. Há um potencial nas universidades que as empresas do Brasil não estão usando suficientemente. Considerando o campo da saúde, o apoio à formação de redes de conhecimento que fomentem canais de colaboração e o compartilhamento do conhecimento são importantes. Há que se discutir o desenho dessas políticas e os mecanismos a serem adotados. Como dito anteriormente, embora ações de política tenham sido implementadas, mostram-se insuficientes. Portanto, é necessário avaliar erros e acertos. O que parece consenso é que o marco regulatório brasileiro necessita avançar. Também o aparato institucional das universidades públicas deve ser revisado visando o estímulo à criação de *spin offs* e *startups*.

Para aprofundar esta agenda de pesquisa, parece oportuno avançar na análise dos dados da base do DGP/CNPq procurando investigar a especialização científica existente no Brasil. Vale ainda examinar os grupos de pesquisa que se destacam na rede com a intenção de detectar regularidades referentes às competências centrais daqueles grupos mais interativos na área da medicina. Estudos qualitativos para identificar motivações e dificuldades encontradas para estabelecer interações são também necessários.

Network interactions in the health area in Brazil: who are the key actors in the flow of knowledge generation and dissemination?

Abstract:

The study analyzed the interactions of Brazilian research groups in the medicine area. The Social Network Analysis (SNA) method was used to structure the networks, identify their communities, and calculate their indicators. The database used is the 2016 census of the Directory of Research Groups of the National Council for Scientific and Technological Development (DGP/CNPq). Data from four Brazilian states (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, and Rio Grande do Sul) are used, which concentrate around 60% of the total of interactive groups. The results indicate that knowledge is produced by a vast set of research groups that form a network with many actors, but little dense in terms of interactions. Ten communities account for 56% of the total connections and reveal the central actors. Research groups interact primarily with national public universities, but there are other partners, including hospitals and firms.

Keywords: Knowledge production; University-Organizations Interactions; Medicine Knowledge Field, Brazil.

7. Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, E., CASSIOLATO, J. E. As especificidades do sistema de inovação do setor saúde. **Revista de Economia Política**, v. 22, n. 4, p. 134-151, 2002.
- ALBUQUERQUE, E., SOUZA, S. G. A. de, BASSA, A. R. Pesquisa e inovação em saúde: uma discussão a partir da literatura sobre economia da tecnologia. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.9, p. 277-294, 2004.
- ALVES, N., VARGAS, M. A. BRITTO, J. Interações universidade-empresa: um estudo exploratório sobre as empresas de biotecnologia em saúde. **Econômica**, v.20, p.31-60, 2018.
- ALVES, N.; SZAPIRO, M.; VARGAS, M.; BRITTO, J., 2019. Innovation and capabilities building in biopharmaceuticals in Brazil: a knowledge network analysis. **In: Anais... IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**, Blucher Engineering Proceedings, v. 6, p. 636-650. Campinas: 2019
- ANKRAH, S.; AL-TABBAA, O. Universities-industry collaboration: a systematic review. **Scandinavian Journal of Management**, v.31, p. 398-408, 2015.
- ARZA, V. Channels, benefits and risks of public-private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America. **Science and Public Policy**, v.37 n.7, p. 473-484, 2010. DOI: 10.3152/030234210X511990.
- BARBOSA, P. R.; GADELHA, C. A. G. O papel dos hospitais na dinâmica de inovação em saúde. **Revista de Saúde Pública**, v.46 (Supl.), p. 68-75, 2012.
- BIANCHI, C. The Role of Innovation Policies in the Brazilian Health Biotechnology Regime. **Latin American Business Review**, v.14, p.309-332, 2013.
- 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.
- BRITTO, J.; VARGAS, M.A.; GADELHA, C.A.G. COSTA, L.S. Competências científico-tecnológicas e cooperação universidade-empresa na saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, p. 41-50, 2012.
- BRUNNEL, J. D'ESTE, P.; SLATER, A. Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. **Research Policy**, v. 39, p. 858-868, 2010.
- CALIARI, T.; RAPINI, M. A Infraestrutura Científica em Saúde. IN: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. **Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA: FINEP-CNPq, p. 115-168, 2016.
- CALOGHIROU, Y.; IOANNIDES, S.; VONORTAS, N. S. Research Joint Ventures. **Journal of Economic Surveys**, v. 17, n.4, p. 541-70, 2003.
- CGEE. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. **Competências Para Inovar na indústria farmacêutica Brasileira**, CCGE. Brasília: 2017.
- CHATTERJEE, D.; LEISYTE, L.; DASAPPA, Sankaran B. 'University research commercialization in emerging economies: a glimpse into the 'black box'. **Science and Public Policy**, v.453, p.361-372, 2018. DOI:10.1093/scipol/scx066.
- CHEN, W.; ZHANG, Y.; GUILONG, Z.; MU, R. Do research institutes benefit from their network positions in research collaboration networks with industries or/and universities? **Technovation**, 2017.
- CONSOLI, D.; MINA, A. An evolutionary perspective on health innovation systems. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 19, p. 297-319, 2009.
- CRESCENZI, R.; FILIPPETTI, A., IAMMARINO, S. Academic inventors: collaboration and proximity with industry. **Journal of Technology Transfer**, 2017.
- DE FUENTES, C; DUTRÉNIT, G. Best channels of academia-industry interaction for long-term benefit. **Research Policy**, v. 41, p.1666-1682, 2012.
- DE NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Wilson Center, Interfarma – Washington, DC: Wilson Center, 2018.
- DJELLAL, F.; GALLOUJ, F. Mapping innovation dynamics in hospitals. **Research Policy**, v.34, p. 817-835, 2005.
- DODGSON, M. Technological collaboration. In: HANUCH, H.; PYKA, A. (Eds.) **Neo-Schumpeterian Economics**. Edward Elgar Publishing Limited, p.193-201. UK-USA: 2007.

- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and —mode2 to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy** v. 29, v.2, 2000.
- ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Introduction to special issue. Building the entrepreneurial university: a global perspective. **Science and Public Policy** v.35, n.9, p. 627-35, 2008.
- FABIANO, G.; MARCELLUSI, A.; FAVATO, G. ‘Channels and processes of knowledge transfer: How does knowledge move between university and industry?’. **Science and Public Policy**, v.47, n.1, p.256–270, 2020. DOI:10.1093/scipol/scaa002.
- FERNANDES, A. C.; SOUZA, B. C.; SILVA, A.S.; SUZIGAN, W.; C V CHAVES, C. V.; ALBUQUERQUE, E. Academy–industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers. **Science and Public Policy**, v.37, n.7, p. 485–498, 2010.
- FISCHER, B. B.; SCHAEFFER, P. R.; VONORTAS, N. S. Evolution of university-industry collaboration in Brazil from a technology upgrading perspective. **Technological Forecasting & Social Change**, v.145, p. 330-40, 2019.
- FONSECA, B. P. F.; FERNANDES, E.; FONSECA, V. A. Collaboration in science and technology organizations of the public sector: A network perspective. **Science and Public Policy**, v.44, n.1, p.37–49, 2017.
- FORAY, D.; LISSONI, F. University research and public–private interaction. In: HALL, B.; ROSEMBERG, N. (Eds) **Handbooks in Economics of Innovation**, North Holland, v.1, p.275-314, 2010.
- FORTUNATO, S.; HRIC, D. Community detection in networks: a user guide. **Physics Reports**, v.659, n.1-44, 2016. DOI: 10.1016/j.physrep.2016.09.002.
- FREITAS, I. M.; MARQUES, R. A.; SILVA, E. M. P. University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. **Research Policy**, n.42, p. 443–453, 2013.
- GADELHA, C. A. G.; BRAGA, P. S. da C. Health and innovation: economic dynamics and Welfare State in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, supl. 2, 2016.
- GADELHA, C. A. G.; TEMPORÃO, J. G. **Desenvolvimento, Inovação e Saúde: a perspectiva teórica e política do Complexo Econômico-Industrial da Saúde**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 23, n.6, p. 1891-1902, 2018.
- GADELHA, C. G.; VARGAS, M. A.; MALDONADO, J. M. S.; BARBOSA, P. R. **The Health Economic Industrial Complex in Brazil: innovation dynamics and implications for NIS in the health area**. Brazilian Journal of Innovation, Campinas (SP), v.12, n.2, p. 251-282, 2013.
- GARCIA, R.; ARAÚJO, V.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G.; COSTA, A. R. How the Benefits, Results and Barriers of Collaboration Affect University Engagement with Industry. **Science and Public Policy**, v. 46, n.3, p.347–35, 2019.
- GELIJNS, A. C.; ROSENBERG, N. The changing nature of medical technology development. In: ROSEMBERG, N.; GELIJNS, A. C.; DAWKINS, H. **Sources of medical technology: universities and industry**. Washington: National Academy Press, 1995.
- GELIJNS, A.; ROSENBERG, N. The dynamics of technological change in medicine. **Health Affairs**, v. 13, n. 3, p.28-46, 1994.
- GIANNOPOLU, E.; BARLATIER, P. J.; PÉNIN, J. Same but different? Research and technology organizations, universities and the innovation activities of firms. **Research Policy**, v. 48, p. 223-33, 2019.
- GIRVAN, M.; NEWMAN, M. E. J. Community structure in social and biological networks, **PNAS**, p.99, n.12, p. 7821-7826, 2002. DOI: 10.1073/pnas.122653799.
- GODIN, B.; GINGRAS, Y. The place of universities in the system of knowledge production. **Research Policy**, v. 29, p. 273-78, 2000.
- HANLIN, R.; ANDERSEN, M. H. Putting knowledge flows front and centre in health systems strengthening. **Innovation and Development**, p. 1-19, 2019.
- HEWITT-DUNDAS, N.; GKYPALI, A.; ROPER, S. Does learning from prior collaboration help firms to overcome the ‘two- worlds’ paradox in university-business collaboration? **Research Policy**, v.48, n.1310-22, 2019.
- HICKS, D.; KATZ, J. S. Hospitals: the hidden research system. **Science and Public Policy**, v. 23, n. 5, p.297-304, 1996. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00150115>.
- LISSONI, F. Academic inventors as brokers. **Research Policy**, v. 39, p. 843-57, 2010.
- MARJANOVIC, M. ALTENHOFER, M.; HOCKING, L.; CHATAWAY, J.; LING, T. Innovating for improved healthcare: Sociotechnical and innovation systems perspectives and lessons from the NHS. **Science and Public Policy**, v.47, n.2, p.283–297, 2020.

- MARTINS, W. J.; ARTMANN, E.; RIVERA, F. J. U. Communication management of collaborative networks of science, technology and innovation in health. **Revista de Saúde Pública**, v.46 (Supl), p.51-8, 2012.
- MASCARENHAS, C; FERREIRA, J. J.; MARQUES, C. University–industry cooperation: A systematic literature review and research agenda. **Science and Public Policy**, v.45, n.5, p. 708–718, 2018.
- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, p. 1512-28, 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.
- 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**, v.40, n.4, p.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.
- NASCIMENTO, P. A. M. Áreas de maior especialização científica do brasil e identificação de suas atuais instituições líderes. IN: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. **Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA: FINEP-CNPq, p. 618-37, 2016.
- NELSON, R. R. BUTERBAUGH, K.; PERLB, M.; GELIJS, 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**, v.103, n.23, p. 8577– 82, 2006.
- OLIVEIRA, R. R.; VIANA, A. L. A. Global expansion of clinical trials: innovation and interaction **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n.11, p. 1-14, 2019.
- PALMEIRA FILHO, P. L. et al. O desafio do financiamento à inovação farmacêutica no Brasil: a experiência do BNDES Profarma. **Revista do BNDES**, n. 37, 2012.
- PARANHOS, J.; PERIN, F. S; MERCADANTE, E.; SOARES, C. Industry-university interaction strategies of large Brazilian pharmaceutical companies. **Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management**, v. 17, n. 4, p. 494-509, 2019.
- PERKMANN, M.; TARTARI, V.; MACKELVEY, M.; AUTIO, E.; BROSTRÖM, A.; D’ESTE, P.; FINI, R.; GEUNA, A.; GRIMALDI, R.; HUGHES, A.; KRABEL, S.; KITSON, M.; LLERENA, P.; LISSONI, F.; SALTER, Q.; SOBRERO, M. Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. **Research Policy**, v.42, p.423–442, 2013.
- PHELPS, C.; HEIDL, R.; WADHWZ, A. Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda. **Journal of Management**, v.38, n.4, p. 1115-1166, 2012. <https://doi.org/10.1177/0149206311432640>
- POWELL, W. W.; GIANNELLA, E. Collective Invention and Inventor Networks. In: HALL, B.; ROSEMBERG, N. (Eds) **Handbooks in Economics of Innovation**, v.1, p. 575, 605. North Holland: 2010.
- PROKSCH, D.; BUSCH-CASLER, J.; HABERSTROH, M. M.; PINKWART, A. National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi indicator approach. **Research Policy** 48, p. 169-179, 2019.
- RAJALO, S.; VADI, M. University-industry innovation collaboration: Reconceptualization. **Technovation** 62–63, 42–54, 2017.
- 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.; CHIARINI, T.; BITTENCOURT, P. F. University–firm interactions in Brazil: Beyond human resources and training missions. **Industry & Higher Education**, v.29, n.2, p. 111–127, 2015.
- RIBEIRO, L.; Britto, G.; Kruss, G.; Albuquerque, E. Global interactions between firms and universities: a tentative typology and an empirical investigation. In: ALBUQUERQUE, E.; SUZIGAN, W.; KRUS, G.; LEE, K. (Eds) **Developing National Systems of Innovation - university-industry interactions in the Global South**. Edward Elgar/IDRC, 2015.
- ROSENBERG, N. Some critical episodes in the progress of medical innovation: An Anglo-American perspective. **Research Policy**, v.38, p. 234–242, 2009.

- ROTHAERMEL, F. T.; AGUNG, S. T.; JIANG, L. University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. **Industrial and Corporate Change**, v.16, n.4, p. 691–791, 2007.
- RYBNICEK, R.; KÖNIGSGRUBER, R. What makes industry–university collaboration succeed? A systematic review of the literature, **Journal of Business Economics**, v.89, p. 221–250, 2019.
- SCHAEFFER P. R.; DULLIUS, A. C.; RODRIGUES, R. M.; ZAWISLAK, P. A. Searching to bridge the gaps: a new typology of university-industry interaction, **Academia Revista Latinoamericana de Administración**, v.30, n.4, 459–473, 2017.
- SUTZ, J. Is there a role for innovation in health equity? In: CASSIOLATO, J. E.; SOARES, M. C. C. (Org.). **Health innovation systems, equity and development**. 1ed. Rio de Janeiro: E-papers, p. 87-106, 2015.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. A. da M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. In: SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. A. da M.; CARIO, S. A. F. (Orgs.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**, Autêntica Editora. Belo Horizonte: 2011.
- TATSCH, A. L.; RUFFONI, J.; BOTELHO, M. Um olhar sobre as interações dos grupos de pesquisa da área das Ciências da Saúde do Rio Grande do Sul a partir de suas principais comunidades. In: **Anais ...IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**, Blucher Engineering Proceedings. Campinas: 2019.
- THE ROYAL SOCIETY. **Knowledge, networks and nations**: global scientific collaboration in the 21st century, The Royal Society. London: 2011.
- THUNE, T.; MINA, A. Hospitals as innovators in the health-care system: a literature review and research agenda. **Research Policy**, v.45, n.8, p. 1545-1557, 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**. Atenas: 2017.
- VARGAS, M. A.; ALMEIDA, A. C. S.; GUIMARÃES, A. L. C. Parcerias para o desenvolvimento produtivo (PDPs-MS): contexto atual, impactos no sistema de saúde e perspectivas para a política industrial e tecnológica na área da saúde. **Texto para Discussão** n. 20, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro: 2017.
- VARRICHIO, P. C. SUS: o maior comprador de medicamentos do país. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 52, Brasília: IPEA, 2017.
- WINDRUM, P.; GARCÍA-GOÑI, M. A neo-schumpeterian model of health services innovation. **Research Policy** v. 37, p. 649–672, 2008.