

Inovação, Interação e Dinâmicas de Proximidade: uma análise para PMEs de equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos do Rio Grande do Sul – Brasil.

Innovation, Interaction, and Proximity Dynamics: an analysis for SMEs of medical, hospital, and dental equipment in Rio Grande do Sul – Brazil.

Innovación, Interacción y Dinámicas de Proximidad: un análisis para las PYMES de equipos médicos, hospitalarios y odontológicos de Rio Grande do Sul – Brasil.

Como citar:

Stefani, Rafael (2025). Inovação, interação e dinâmicas de proximidade: uma análise para PMEs de equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos do Rio Grande do Sul – Brasil. Revista Gestão & Tecnologia, vol. 25, nº 4, p. 199-228

Rafael Stefani, Docente da Anhanguera Educacional Ltda, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Instituição Educacional São Judas Tadeu, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Serviço Social da Indústria do Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-7866-331X>

"O autor declara não haver qualquer conflito de interesse de natureza pessoal ou corporativa, em relação ao tema, processo e resultado da pesquisa".

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 12/05/2025
Aprovado em 26/10/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil

Resumo

Objetivo: Investigar como os diferentes tipos de proximidade (geográfica, cognitiva, organizacional, social e institucional) afetam a colaboração interorganizacional e a geração de inovações em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) do setor de equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos no Rio Grande do Sul.

Metodologia/Abordagem: Foram realizadas entrevistas em com 24 PMEs, e a partir das respostas, utiliza-se análise de redes sociais (ARS) e indicadores estatísticos para mapear as interações e a relevância das proximidades.

Originalidade/Relevância: Adota uma abordagem multidisciplinar ao integrar os conceitos de proximidade (Boschma, 2005) com redes de inovação no setor de equipamentos médicos, combinando perspectivas da Economia Regional, Gestão da Inovação e Análise de Redes Sociais (ARS), com foco específico em PMEs do Rio Grande do Sul (Brasil) - um contexto emergente pouco explorado na literatura, que tradicionalmente analisa grandes empresas em países desenvolvidos.

Principais Resultados: Os resultados empíricos revelam uma diferenciação importante: enquanto a literatura frequentemente destaca a proximidade cognitiva e organizacional como críticas, este trabalho demonstra que a proximidade geográfica e social emerge como as mais relevantes para PMEs médicas, apontando para particularidades setoriais. Academicamente, o estudo confirma a heterogeneidade dos efeitos da proximidade e evidencia o papel estratégico de hospitais nas redes de inovação médica.

Contribuições teóricas/metodológicas: O estudo apresenta uma aplicação inovadora da Análise de Redes Sociais (ARS) em PMEs médicas ao utilizar o software UCINET para mapear redes de colaboração, superando as limitações de métodos tradicionais como surveys agregados, e combina de forma original análises quantitativas (estatísticas) com qualitativas (entrevistas), permitindo capturar tanto a estrutura objetiva das redes quanto as percepções subjetivas dos atores envolvidos.

Contribuições Sociais: Para o setor de saúde, identifica os hospitais como verdadeiros hubs de inovação, sugerindo que políticas de P&D devem posicioná-los como líderes de redes colaborativas.

Palavras-chave: Dinâmicas de Proximidade. Equipamentos Médico, Hospitalares e Odontológicos. Fluxos de Conhecimento. Dinâmica Inovativa da Firma.

Abstract

Objective: To investigate how different types of proximity (geographical, cognitive, organizational, social and institutional) affect inter-organizational collaboration and the generation of innovations in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in the medical, hospital and dental equipment sector in Rio Grande do Sul.

Methodology/Approach: Interviews were conducted with 24 SMEs, and based on the responses, social network analysis (SNA) and statistical indicators were used to map interactions and the relevance of proximities.



Originality/Relevance: Adopts a multidisciplinary approach by integrating the concepts of proximity (Boschma, 2005) with innovation networks in the medical equipment sector, combining perspectives from Regional Economics, Innovation Management and Social Network Analysis (SNA), with a specific focus on SMEs in Rio Grande do Sul (Brazil) - an emerging context little explored in the literature, which traditionally analyzes large companies in developed countries.

Main Results: The empirical results reveal an important differentiation: while the literature often highlights cognitive and organizational proximity as critical, this work shows that geographical and social proximity emerge as the most relevant for medical SMEs, pointing to sectoral particularities. Academically, the study confirms the heterogeneity of proximity effects and highlights the strategic role of hospitals in medical innovation networks.

Theoretical/methodological contributions: The study presents an innovative application of Social Network Analysis (SNA) to medical SMEs by using the UCINET software to map collaboration networks, overcoming the limitations of traditional methods such as aggregate surveys, and combines quantitative (statistics) with qualitative (interviews) analyses in an original way, making it possible to capture both the objective structure of the networks and the subjective perceptions of the actors involved.

Social contributions: For the health sector, it identifies hospitals as true innovation hubs, suggesting that R&D policies should position them as leaders of collaborative networks.

Keywords: Proximity Dynamics. Medical, Hospital, and Dental Equipment. Knowledge Flows. Firm Innovation Dynamics.

Resumen

Objetivo: Investigar cómo diferentes tipos de proximidad (geográfica, cognitiva, organizacional, social e institucional) afectan la colaboración interorganizacional y la generación de innovaciones en Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs) del sector de equipos médicos, hospitalarios y odontológicos en Rio Grande do Sul.

Metodología/enfoque: Se realizaron entrevistas a 24 PME y, a partir de sus respuestas, se utilizó el análisis de redes sociales (ARS) e indicadores estadísticos para mapear las interacciones y la relevancia de las proximidades.

Originalidad/Relevancia: Adopta un enfoque multidisciplinar al integrar los conceptos de proximidad (Boschma, 2005) con las redes de innovación en el sector de equipos médicos, combinando perspectivas de la Economía Regional, la Gestión de la Innovación y el Análisis de Redes Sociales (ARS), con un enfoque específico en las PYMEs de Rio Grande do Sul (Brasil) - un contexto emergente poco explorado en la literatura, que tradicionalmente analiza las grandes empresas de los países desarrollados.

Principales resultados: Los resultados empíricos revelan una importante diferenciación: mientras que la literatura suele destacar la proximidad cognitiva y organizativa como críticas, este trabajo muestra que la proximidad geográfica y social emergen como las más relevantes para las pymes médicas, apuntando a particularidades sectoriales. Desde el punto de vista

académico, el estudio confirma la heterogeneidad de los efectos de proximidad y destaca el papel estratégico de los hospitales en las redes de innovación médica.

Aportaciones teóricas y metodológicas: El estudio presenta una aplicación innovadora del Análisis de Redes Sociales (ARS) en pymes médicas mediante el uso del software UCINET para mapear redes de colaboración, superando las limitaciones de métodos tradicionales como las encuestas agregadas, y combina de forma original análisis cuantitativos (estadísticas) con cualitativos (entrevistas), permitiendo captar tanto la estructura objetiva de las redes como las percepciones subjetivas de los actores implicados.

Contribuciones sociales: para el sector sanitario, identifica a los hospitales como verdaderos polos de innovación, sugiriendo que las políticas de I+D deberían situarlos como líderes de redes de colaboración.

Palabras clave: Dinámicas de Proximidad. Equipos Médicos, Hospitalarios y Odontológicos. Flujos de Conocimiento. Dinámica Innovadora de la Empresa.

Introdução

A saúde é uma das áreas em que a taxa de progresso da ciência e da tecnologia no último século foi considerável (Consoli & Mina, 2008; Wu & Junior, 2023). A relevância atual da incorporação tecnológica na saúde pode ser refletida no projeto denominado “*Future and Emerging Technologies*”, elaborado pela Comissão Europeia que teve início em 2018. O programa investe no conhecimento de fronteira com alto impacto tecnológico¹. A área da saúde, em tal perspectiva, assume espaço privilegiado com pesquisas em robótica, saúde digital, medicina regenerativa, biossensores e gráficos humanos em 4D. Adicionalmente, a literatura acadêmica internacional refere-se amplamente aos setores “NBIC” (*nanotechnology, biotechnology and life sciences, information and communication technology, cognitive sciences and neuro-technology*) como campos predominantes da competição global por pesquisa e inovação (Proksch et al., 2019).

Contudo, mesmo a saúde configurando-se como um campo proeminente em pesquisa, a produção e a transferência de conhecimento consistem em um fenômeno complexo, que resulta

¹ O programa “*Future and Emerging Technologies*” trata de pesquisas multidisciplinares aplicadas no continente europeu e que são orientadas para a ciência e o desenvolvimento de novas tecnologias. Os projetos envolvidos exigem cooperação entre uma variedade de atores, incluindo o hospital, a universidade e a indústria. Sua magnitude conta com um orçamento de mais de € 700 milhões e financiará entre 150 e 200 projetos colaborativos. Seu objetivo é tornar realidade as ideias tecnológicas mais promissoras dos pesquisadores europeus e ajudar a Europa a competir em escala global. Informações em <<https://ec.europa.eu/futurium/en/content/fet-flagships>>.

da interação entre ciência, tecnologia, prática médica e vontade política (Morlacchi & Nelson, 2011). Nesse sentido, a colaboração interorganizacional tornou-se uma prática importante nos processos de inovação. As firmas se envolvem em projetos interativos não apenas para compartilhar riscos e custos, mas também para trocar novos conhecimentos, criar novos *insights*, gerar novas perspectivas, etc. (Brenner et al., 2011; Pandza et al., 2011).

Evidências empíricas sugerem que a colaboração interorganizacional pode ser caracterizada pela presença (ou falta) de proximidade (Capone & Lazzeretti, 2018). A proximidade explica as semelhanças entre organizações conectadas no que diz respeito a várias características relacionadas à sua proximidade física (proximidade geográfica), capacidade de assimilação de conhecimento (proximidade cognitiva), conjunto de regras e cultura (proximidade institucional), configurações organizacionais (proximidade organizacional), bem como suas estruturas de relacionamento social (proximidade social). Com base nesse pano de fundo, a literatura que aborda a Geografia da Inovação argumenta que os conceitos teóricos derivados da estrutura de proximidade podem exercer um papel fundamental para entender melhor o desempenho e a estrutura que regem as redes de colaborações interorganizacionais (Werker et al., 2016).

Considerando tal contexto, o trabalho objetiva analisar, através de um exercício empírico, a presença de diferentes tipos de proximidades nas interações estabelecidas pelas firmas localizadas no Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) para a realização de suas atividades inovativas. O setor escolhido foi de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos. O interesse pela indústria de transformação no setor da saúde advém da taxa de progresso em ciência e tecnologia incorporado nos produtos desenvolvidos neste recorte industrial (Proksch et al., 2019) e nos constantes saldos deficitários da balança comercial brasileira (ABIMO, 2022; Araújo & Peres, 2020), o que sugere a necessidade de melhor compreender o funcionamento de tal setor no Brasil. Para alcançar o objetivo, foi realizada pesquisa de campo em vinte e quatro (24) firmas com técnica de entrevista em profundidade. Foram criadas redes estilizadas das colaborações informadas pelas firmas e fez-se uso de indicadores estatísticos de rede com o auxílio do *software* UCINET 6.0. A revelação do impacto da proximidade representa um assunto pertinente devido ao fato de que a escolha do parceiro pode contribuir para o

desempenho da firma dentro da rede interorganizacional (André & Delphine, 2022; Morandi, 2013).

O trabalho está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A Seção 2 explora as evidências empíricas sobre a colaboração intraorganizacional e as dinâmicas de proximidade, além de formular as hipóteses da pesquisa. A Seção 3 detalha a metodologia adotada. A Seção 4 apresenta e analisa os resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 traz as considerações finais, sintetizando os principais achados e suas implicações.

Referencial Teórico

A saúde é atualmente considerada uma das áreas mais importantes do ponto de vista do desenvolvimento econômico e social. A saúde é a base para o aprendizado e produtividade no trabalho e se torna pré-requisito para o crescimento intelectual, físico e emocional; em termos econômicos, as áreas da saúde e educação são os pilares centrais do capital humano (WHO, 2001)².

A literatura sobre a história da medicina indica que a inovação médica é um processo distribuído ao longo do tempo entre diversas áreas da prática médica e tipos de conhecimento (Ramlogan & Consoli, 2007). Seu avanço está incorporado nos indivíduos que operam em vários ramos da ciência e da indústria (Gelijns & Rosenberg, 1994). A inovação médica envolve uma variedade de formas de conhecimentos, cujos caminhos evolutivos estão enraizados nos contextos em que emergem e interagem (Consoli & Mina, 2008). No contexto da interação, a experiência individual reforça o valor do conhecimento implícito, tácito e do processo de aprender fazendo, usando e interagindo (Lundvall, 2007).

Blume (1992) fornece uma extensa discussão sobre inovação médica como um processo amplo e interativo. Essa interação transversal interdisciplinar apresenta potencial para o surgimento de novas indicações médicas, drogas terapêuticas, desenhos industriais ou

² Os estudos de Robert Fogel, demonstram que o rápido crescimento da Grã-Bretanha durante a Revolução Industrial; a decolagem do sul dos EUA no início do século XX; o rápido desenvolvimento do Japão no início do século XX; e o desenvolvimento dinâmico do sul da Europa e do leste asiático nos anos 50 e 60 foram apoiados por importantes avanços na saúde pública, controle de doenças e avanços nas tecnologias médicas (Fogel, 1993, 1994, 1997).

processos gerenciais (Gadelha et al., 2003). O desenvolvimento de novas tecnologias na saúde requer não apenas o cruzamento de fronteiras disciplinares, mas também, e cada vez mais, o cruzamento de fronteiras institucionais. Do ponto de vista de seus agentes constituintes, os hospitais, fundações de pesquisa, universidades, firmas, institutos técnicos, formadores de políticas, governos, etc. são ao mesmo tempo insumo e produto de novos conhecimentos, novas habilidades e novos tratamentos. Arora *et al.*, (1995) sugerem que as interações na saúde transcendem o que pode ser considerado como a divisão “tradicional” do trabalho. Sublinham que as novas descobertas científicas e clínicas se originam na interface de diferentes configurações institucionais que promovem vínculos interorganizacionais para a recombinação da informação de maneira útil e econômica (Consoli & Ramlogan, 2009).

Embora seja uma prática importante no processo de inovação, a interação interorganizacional não é uma prática homogênea. Tal processo envolve parcerias com diferentes tipos de atores, incluindo firmas fornecedoras (interação vertical), firmas rivais (interação horizontal), universidades, entre outros (Ahn et al., 2017; Scaliza et al., 2022). As firmas que optam por colaborar com parceiros externos enfrentam, no entanto, uma troca entre acessibilidade e apropriabilidade. Por um lado, as organizações que estabelecem parcerias externas podem explorar conhecimentos e capacidades que não estão prontamente disponíveis dentro de seus limites (Cohen & Levinthal, 1990). Tais firmas podem se beneficiar do acesso a recursos e conhecimentos complementares, o que aumenta sua competitividade e desempenho inovador. Por outro lado, colaborações interorganizacionais implicam no surgimento de custos para as firmas, como a necessidade de monitorar potenciais parceiros, custos adicionais de aprendizado, risco de transbordamentos indesejáveis de conhecimentos e informações e até comportamento oportunista (Crespo & Vicente, 2016). Apesar destas questões, as colaborações interorganizacionais tornaram-se um procedimento importante, fundamentalmente na produção de novos conhecimentos (Das, 2022; França et al., 2022).

A participação de projetos de P&D também envolve compartilhar riscos e custos, desenvolver sinergias e até promover o transbordamento de conhecimento. Vonortas *et al.*, (2009) mostram que as organizações são mais propensas a colaborar quando as possibilidades percebidas de transbordamentos de conhecimento são maiores, o que, por sua vez, também

destaca a existência de similaridades tecnológicas e de especialização de mercado entre essas firmas. Quando as organizações estão próximas nesses dois aspectos, e já possuem uma relação de confiança baseada em colaborações anteriores, os custos de transação tornam-se menores enquanto a capacidade de aprender com o parceiro aumenta. Além disso, as firmas que já experimentaram parcerias com outras são mais propensas a estabelecer novos acordos de interação (Françoso et al., 2024).

Existem inúmeras evidências no que diz respeito aos benefícios que as interações entre as organizações são capazes de produzir (Mowery & Sampat, 2006). Na saúde isso ocorre pela estreita relação entre o progresso tecnológico e a ciência, que tem como interesse final a oferta de bens e serviços sofisticados. Grande parte dos avanços tecnológicos nesse campo são desenvolvidos a partir das redes que tem papel destacado, como demonstram os estudos de Petersen et al. (2016). Em tal sentido, a abordagem de rede contribui para compreensão das colaborações interorganizacionais porque ressalta a relevância das interdependências entre as organizações. Redes são estruturas relacionais onde diferentes nós (organizações) estão conectados através de um link (interação). Na perspectiva de redes, o compartilhamento de recursos e conhecimentos derivados de uma colaboração entre dois nós pode beneficiar uma subestrutura conectada indiretamente, por meio da existência de um vínculo com uma organização intermediária (Owen-Smith & Powell, 2017). O foco na rede interativa entre firmas permite uma avaliação detalhada sobre o impacto potencial que o aumento da colaboração pode ter nos links e nos nós já estabelecidos que operam dentro da rede.

O trabalho conduzido por Boschma (2005) representa um dos pontos de partida fundamentais na discussão de como as redes de inovação são impactadas por fatores de proximidade entre as organizações. A formação de redes requer o engajamento deliberado das partes, bem como a existência de algum grau de coordenação entre esses agentes econômicos para o sucesso efetivo da troca de conhecimento. Boschma (2005) caracteriza a ideia de proximidade entre as organizações através da presença (ou falta) de cinco dimensões distintas: geográfica, cognitiva, organizacional, social e institucional.

A proximidade geográfica dá conta da proximidade física (ou ainda espacial) que existe entre diferentes organizações e pode ser observada através das economias de aglomeração que

surgem durante os processos de inovação. Dado o fato de que alguns tipos específicos de conhecimento são difíceis de transferir a distância, a proximidade geográfica enfatiza a relevância da dimensão espacial que está envolvida na construção e troca de conhecimentos e a formação de redes (Audretsch & Feldman, 1996). Sendo assim, a partir do conceito de proximidade geográfica a primeira hipótese do estudo é formulada:

h1) A proximidade geográfica é percebida pelas firmas como importante quando precisam auxílio tecnológico para a geração de inovação?

A proximidade cognitiva lida com fatores de capacidades de absorção (Cohen & Levinthal, 1989; Taalbi, 2020). Dois agentes que procuram trocar conhecimento podem encontrar dificuldades em fazê-lo quando se encontram em diferentes níveis cognitivos. Para que ocorra a aprendizagem, o receptor deve ter um grau de conhecimento especializado suficiente para entender completamente o conjunto de ideias que são transmitidas (Boschma & Frenken, 2010). Desta forma, considerando o conceito de proximidade cognitiva a segunda hipótese pode ser formulada:

h2) A proximidade cognitiva é percebida pelas firmas como importante quando precisam auxílio tecnológico para a geração de inovação?

A proximidade organizacional centra no processo pelo qual os agentes econômicos se conectam por meio de laços formais. Acredita-se que tais laços formais desempenhem um papel fundamental, pois definem a “medida em que as relações são compartilhadas em um arranjo organizacional, seja dentro ou entre organizações” (Boschma, 2005). Portanto, a proximidade organizacional está relacionada ao compartilhamento de configurações organizacionais semelhantes. Logo, a terceira hipótese é formulada:

h3) A proximidade organizacional é percebida pelas firmas como importante quando precisam auxílio tecnológico para a geração de inovação?

Ainda que as outras dimensões de proximidade (social e institucional) pareçam estar intimamente ligadas entre si, suas respectivas tendências são condicionadas por diferentes

configurações ambientais. A proximidade social tem a ver com a existência de laços informais e de confiança entre os agentes de uma rede (Boschma, 2005). A confiança é o principal aspecto que molda esse tipo de proximidade, que é alimentada por elementos como amizade, parentesco ou experiências passadas (Tsouri, 2019). A proximidade institucional, por outro lado, é configurada pelo grau em que os agentes econômicos compartilham o mesmo ambiente institucional (Boschma, 2005; Broekel & Boschma, 2012). Inclui aspectos culturais (idioma), normas sociais, regras e regulamentos, padrões de mercado, etc.

Como se pode depreender, as dimensões sociais e institucionais de proximidade evoluem em diferentes âmbitos de análise (com distintas implicações para a colaboração em rede). Os primeiros tipos de laços tendem a se formar no nível micro (entre agentes estreitamente ligados), enquanto os últimos são determinados pelo ambiente institucional de nível macro, em que os agentes econômicos se encontram. Neste ponto, vale mencionar que as diferentes formas de proximidade não são necessariamente amalgamadas entre si. Em vez disso, elas possuem uma natureza complementar, pois a ausência de determinada proximidade pode ser compensada pela presença de outra (Bednarz & Broekel, 2019; Santos et al., 2021). Assim, a pluralidade surge como um elemento adicional que permite uma interpretação mais precisa dos mecanismos pelos quais o conhecimento é construído e compartilhado em redes de pessoas e organizações. Portanto, a partir dos conceitos discutidos sobre proximidade social e institucional, a quarta e quinta hipóteses são formuladas:

h4) A proximidade institucional é percebida pelas firmas como importante quando precisam auxílio tecnológico para a geração de inovação?

h5) A proximidade social institucional é percebida pelas firmas como importante quando precisam auxílio tecnológico para a geração de inovação?

Reconhecendo tal relevância teórica, um grande corpo de pesquisa empírica tem se apoiado nas dimensões de proximidade (Balland et al., 2022). Não obstante a importância das proximidades para a formação de laços, é pertinente sublinhar que a presença de muita proximidade pode implicar várias deficiências que corroem alguns dos benefícios potenciais de se engajar em redes. Demasiada proximidade é prejudicial para a atividade de inovação de empresas muito parecidas em termos do tipo de conhecimento utilizado e do tipo de processos

internos executados. Nesses casos, as variações nas fontes de conhecimento tendem a se tornar escassas, dificultando o surgimento de novas ideias (Broekel & Mueller, 2018; Nooteboom, 2000).

A relação entre a escolha do parceiro e o tipo de estratégia de inovação representa um assunto particular na literatura sobre inovação organizacional. Tal relação constitui um tema crucial, visto que más escolhas de parceiros em projetos podem levar baixo desempenho (Morandi, 2013). Sobre a escolha do parceiro, um elemento importante é o efeito compensador que cada dimensão de proximidade tem em relação às outras. Isto significa que nem todas as proximidades precisam estar presentes em determinada interação. À luz desses mecanismos de compensação, as firmas podem decidir administrar com mais precisão seu portfólio de parceiros potenciais, quando tentam encontrar um equilíbrio entre suas distâncias e proximidades. Se os potenciais parceiros forem geograficamente próximos, mas cognitivamente distantes, as empresas podem ser mais propensas a se engajar em estratégias de diversificação (Marra et al., 2020). Ao buscar parcerias com entidades organizacionais distantes as empresas podem potencialmente visar parceiros institucionais próximos, que compartilham canais de comunicação semelhantes, bem como valores culturais e gerais importantes.

Como observação final, embora haja consenso sobre a viabilidade de medir a presença de proximidade geográfica entre os agentes econômicos, alguns dos indicadores podem variar ao levar em consideração fatores diversos. As ideias subjacentes às medições são subjetivas e implicam medidas variadas. Logo, deve-se ter em mente que os resultados discutidos nesta seção são condicionados pelo desenho metodológico dos pesquisadores envolvidos, e que tal implicação deve ser estendida ao presente estudo.

Metodologia

O ponto de partida da investigação foi a montagem do conjunto de firmas do segmento médico-hospitalar do RS. Considerando a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE) ligados ao segmento médico-hospitalar, realizou-se uma pesquisa com base na Relação



Anual de Informações Sociais (RAIS) disponível no Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para compor o grupo de empresas envolvidas³. Para o Rio Grande do Sul, havia o registro de 262 firmas que foram identificadas junto à Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), à Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (ABIMO) e à Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI).

Foram excluídas firmas com predominância no comércio e distribuição de produtos médico-hospitalares (sem transformação), firmas fabricantes de produtos não metais e firmas fabricantes de uso indireto. A exclusão se deu por conta do padrão de competição voltada à menor complexidade tecnológica. Após os ajustes o estudo contou com uma amostra de 33 firmas localizadas no Estado do RS.

Todas as firmas da seleção final foram convidadas a participar. A taxa de resposta ao questionário foi de 73% (24 firmas). Quanto às 9 firmas (27%) que rejeitaram a participação, suas razões são as mais diversas, como disponibilidade de agenda, acesso ao responsável, determinação dos diretores, falta de interesse na participação, etc. O objetivo da investigação apontava o contato preferencialmente com os responsáveis pelos departamentos de pesquisa e desenvolvimento, produção, engenharia de produto, projetos, qualidade, pesquisa e tecnologia, engenharia, etc. O questionário utilizou como base o modelo da PINTEC (Pesquisa de Inovação – IBGE), com variações e ajustes dado o objetivo do trabalho.

Foi estabelecido como ponto determinante da pesquisa a captação das relações (interações) dos atores envolvidos na amostra, sendo a(s) principal(is) pergunta(s) a ser(em) respondida(s): *Quando a empresa se encontra em uma situação crítica e tem necessidade de auxílio tecnológico (conhecimento tecnológico), ela busca auxílio de quais empresas (fornecedores, clientes, outros), universidades, instituições, hospitais, médicos? e/ou Nos últimos cinco anos, a empresa participou de projeto de pesquisa ou aplicação com algum profissional da saúde (médicos, enfermeiros, nutricionistas, fisioterapeutas, etc.), hospital, instituição (como, por exemplo: institutos ou centros tecnológicos,*

³ As CNAEs selecionadas para o estudo são: CNAE 2660-4 (fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação), CNAE 3250-7 (fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos) e CNAE 3102-1 (fabricação de móveis com predominância em metal), especialmente voltados para a indústria da saúde.

universidade), firma (como por exemplo: fornecedores, clientes, parceiros, etc.)? O software UCINET foi utilizado para extração de medidas e elaboração de redes sociais.

Apresentação e discussão dos resultados:

Em termos de características das firmas respondentes, todas possuem 100% do capital nacional, são PMEs, têm apenas uma planta industrial, informam desenvolver seu trabalho de P&D predominantemente no ambiente interno e fabricam, essencialmente, equipamentos com tecnologia madura (relativamente distantes da fronteira tecnológica) e com reduzida competitividade nos segmentos mais dinâmicos. O destino da produção, considerando os últimos cinco anos, é predominantemente o mercado interno, embora sete firmas exportem seus produtos com alguma frequência.

Quanto aos esforços de P&D neste segmento, o investimento é predominantemente (16 firmas) no subsetor Equipamentos Médicos, que contempla: marca-passo, desfibrilador, ventilador pulmonar, ultrassom, laser, estimuladores elétricos, etc., seguido pelo subsetor Odontologia (7 firmas), que contempla cimento e gesso para odontologia, broca, dentes artificiais, etc. Há ainda investimento com algum destaque para o subsetor de Implantes (4 firmas), que abarca produtos como aparelho para implante ortopédico, prótese mioelétrica, prótese femoral, etc. Por fim, duas firmas indicam investimentos em Material de Consumo (próteses, válvulas cardíacas, etc.), e uma firma indica investimento em produtos para Laboratórios (reagentes, centrifugadores, etc.), sem nenhuma indicação para o subsetor Radiologia, que contempla aparelhos e acessórios como: raio X para diagnóstico médico, densitometria óssea, opacificantes, chapas e filmes, telas radiológicas, geradores de tensão, entre outros. As firmas e suas respectivas áreas de pesquisa podem ser visualizada de forma sintética no Figura 1⁴.

Figura 1.
Áreas de Investimento em P&D.

⁴ Classificação elaborada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Principal área de pesquisa	Nº firmas
Equipamentos	
Eletromédicos	16
Instrumentos cirúrgicos / fisioterápicos	
Implantes	
Ortopédicos	4
Neurológicos / Cardíacos	
Laboratórios	
Equipamentos / Reagentes	1
Material de consumo	
Hipodérmicos	2
Têxteis / Adesivos	
Radiologia	
Aparelhos	-
Acessórios / Materiais de consumo	
Odontologia	
Materiais de consumo	7
Equipamentos Instrumentais	
TOTAL	30

Quanto à dinâmica produtiva e seus fluxos de conhecimento, primeiro deve-se destacar a evidente heterogeneidade das firmas que utilizam técnicas e matérias primas distintas para fabricação de seus produtos. As firmas pesquisadas trabalham com produtos sem semelhantes (concorrentes) no RS e, muitas vezes, no país, dificultando a troca de conhecimento entre pares. Logo, não existem ganhos (percebidos) na interação e na troca de conhecimento com firmas do mesmo segmento. As fontes de conhecimento recorrente são fornecedores e clientes, tornando-se centrais para a atividade inovativa. As soluções para seus gargalos tecnológicos são encontradas geralmente em fornecedores de São Paulo (por se tratar da região com maior concentração produtiva desse segmento)⁵ através de agentes comerciais. Os fornecedores localizados no estado,

ou até localmente (mesmo município), também são constantemente utilizados no auxílio tecnológico. O destaque regional fica para o polo metalmecânico de Caxias do Sul (arranjo produtivo localizado no estado do Rio Grande do Sul) frequentemente citado em entrevistas. Assim, a dinâmica de desenvolvimento tecnológico acaba sendo influenciada pelas

⁵ ABIMO (2021).

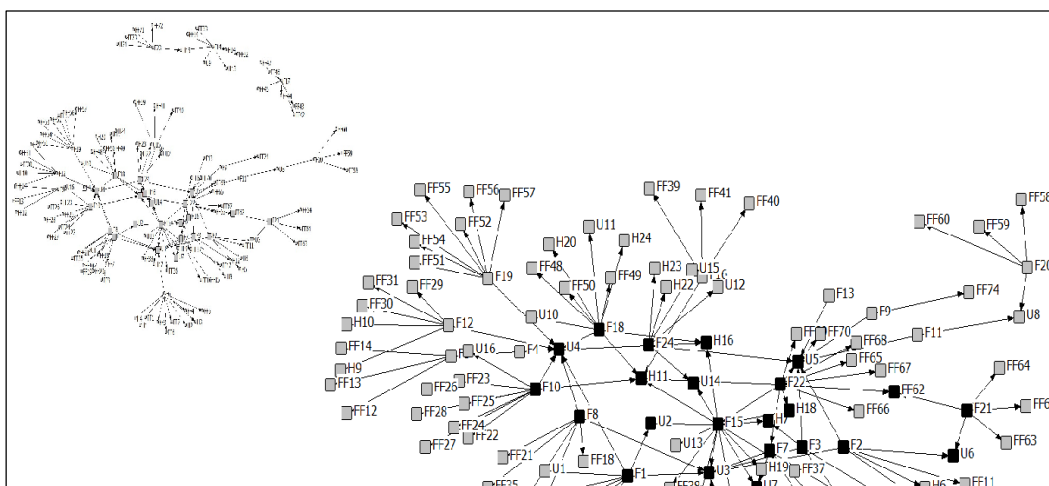
características locais (nacionais, regionais, municipais), abrangendo suas realidades socioeconômicas e seus limites tecnológicos.

Vale destacar o papel do profissional da saúde (médico, enfermeiro, odontologista, etc.) para o fluxo de conhecimento do segmento. Tal profissional é identificado como agente que assume caráter estratégico e é capaz de induzir a inovação. Novos produtos, componentes ou processos são originados (ou aprimorados) pelo profissional médico. É esse especialista que se encarrega de divulgar e comunicar ao mercado as melhorias desenvolvidas no produto ou processo. É comum que a firma seja originária do especialista médico ou, pelo conhecimento estratégico, que estes especialistas assumam postos de destaque (direção, sociedade, etc.).

4.1 Análise de Redes Sociais

Quanto às relações com os atores que compõe o Sistema de Inovação Setorial, se observou relações com fornecedores de peças especializadas e com os hospitais, sendo as relações com o primeiro mais intensa. As relações com universidades são realizadas em situações críticas (gargalos tecnológicos), para as quais não são encontradas soluções no ambiente interno ou junto aos fornecedores. A Figura 2 a seguir, objetiva mostrar as relações estabelecidas pelas firmas (F) com os atores mencionados na entrevista por serem importantes no processo de auxílio tecnológico e geração de inovações.

A Figura 2(a) representa de maneira estilizada a rede total com 138 atores que se relacionam com as 24 firmas entrevistadas. A Figura 2(b) é organizada pela ferramenta *K-Core* que destaca o conjunto de nós com maior atividade na rede (Borgatti et al., 2018). Tal conjunto é formado por 23 atores centrais (destacados em preto) que se relacionam com outros atores (destacados em cinza) com funções diversas: firmas (F), hospitais (H), universidades (U) e fornecedores (FF).



(a)

(b)

Figura 2. Rede de interação estabelecida entre firmas, universidades e hospitais.

Quando comparadas, as firmas em destaque demonstram papéis estruturais distintos na rede. A firma F15 apresenta um maior número de conexões (*degree* = 15) e também o maior alcance na rede (*constraint* = 0,077). Esta última medida indica que o ator com maior número absoluto de conexões é também aquele que apresenta uma subrede menos restrita, já que as relações de F15 possuem poucos laços conectados uns aos outros. O indicador do tamanho efetivo de subrede (*Effsize* = 14,73) confirma tal suposição. Este último indicador mede o número de ligações que o *egonetwork* tem menos o número médio de ligações que cada conexão tem com outras conexões. Assim, o tamanho efetivo da subrede é o número de conexões efetuadas deduzido das conexões redundantes de seus parceiros. A firma F22 e a firma F10 apresentam resultados comparativamente inferiores vis a vis a firma F22, como é possível observar no Figura 3.

Quanto às relações formadas com as instituições de ensino, destaca-se a (U4) Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS com o maior número de consultas (*indegree* = 9), conforme demonstrado na Figura 3. Tal instituição apresenta o maior alcance na rede (*constraint* = 0,111) e o maior tamanho efetivo de subrede (*Effsize* = 9,000). As universidades subsequentes são U3 (Pontifícia Universidade Católica - PUCRS) e U5 (Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS). Sublinha-se que tais instituições estão

localizadas dentro das fronteiras do Rio Grande do Sul, e demonstram certa proximidade geográfica como um *drive* importante na busca por auxílio tecnológico, como será detalhado adiante.

Ainda considerando a Figura 3, a última rede apresenta a relação existente entre firmas e hospitais. Em relação aos indicadores de rede para os hospitais consultados, sublinha-se o (H11) Hospital de Clínicas de Porto Alegre com o maior número de consultas (*indegree* = 5) e com o maior alcance na rede (*constraint* = 0,212) e, ainda, o maior tamanho efetivo de subrede (*Effsize* = 4,600). Na sequência destaca-se o (H16) Hospital Albert Einstein. Cabe ressaltar que embora os hospitais possuam um importante papel no SIS (Mollica et al., 2022; Thune & Mina, 2016), o resultado indica que 11 firmas (46% do total de firmas pesquisadas) revelaram não apresentar nenhum tipo de relação com qualquer hospital em âmbito regional, nacional ou internacional. A resposta para o resultado pode estar centrada em dois aspectos, sendo (i) o alto custo e a morosidade que requer tal investimento, reflexo das garantias e resguardos que as partes procuram ter quando se trata, sobretudo, de pesquisas com a vida humana; e, (ii) o porte das firmas pesquisadas que compõem o parque industrial do RS, que dificulta o acesso ao investimento de P&D de longo prazo. Por outro lado, vale salientar que o grupo de firmas que apresenta algum tipo de interação com hospitais demonstra ser produtoras de equipamentos médicos inativos de porte mecânico como, por exemplo, cadeira de rodas para resgate, mesa cirúrgica, instrumentos cirúrgicos, macas de transporte, etc. Tal característica fornece uma maior segurança ao produtor que não necessita encarar os custos e os rígidos controles a que são submetidos os produtos médicos implantáveis, os invasivos e os invasivos cirurgicamente⁶.

⁶ Produto médico implantável: qualquer produto médico projetado para ser totalmente introduzido no corpo humano ou para substituir uma superfície epitelial ou ocular, por meio de intervenção cirúrgica, e destinado a permanecer no local após a intervenção. Produto médico invasivo: penetra total ou parcialmente dentro do corpo humano, seja através de um orifício do corpo ou através da superfície corporal. Produto médico invasivo cirurgicamente: penetra no interior do corpo humano através da superfície corporal por meio ou no contexto de uma intervenção cirúrgica.

Finalmente, esgotando as observações da Figura 3, o fornecedor com maior número de consultas é o FF62, empresa estadunidense caracterizada como atuante em toda a cadeia produtiva de metal, desde a mineração da bauxita até a produção de produtos capazes de agregar valor à indústria. Em pesquisas de campo é considerada uma importante fornecedora de insumos e se destaca nas pesquisas por conta do quadro de assistentes técnicos que a empresa cultiva. Tais assistentes possuem diplomação técnica (engenharias, etc.) que auxiliam o “cliente” na solução de problemas através dos produtos e processos oferecidos pela empresa.

ID	Degree	EffSize	Constraint	Ego Network	ID	Degree	EffSize	Constraint	Ego Network
FIRMAS (OutDegree)					UNIVERSIDADES (InDegree)				
F15	15	14,733	0,077		U4	9	9,000	0,111	
F22	12	11,667	0,098		U3	7	7,000	0,143	
F10	10	10,000	0,100		U5	7	7,000	0,143	
HOSPITAIS (InDegree)					FORNECEDORES (InDegree)				
H11	5	4,600	0,212		FF62	2	1,000	0,500	
H16	3	3,000	0,333						

Figura 3. Rede de interação estabelecida entre firmas, universidades e hospitais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa de campo e UCINET 6.

Um último esforço de análise, através de observações da rede elaborada pela entrevista de campo, foi observar se há conexões densas e coesas. As tríades são formuladas a partir de um mínimo de três atores (Wasserman & Faust, 1995) e caracteriza-se por uma subestrutura notadamente coesa. Este nível de análise enfoca como a conexão dentro de uma rede pode ser

construída a partir de componentes pequenos e densos (Hanneman & Riddle, 2005). A análise de tríades é baseada na crença de uma representatividade da formação inicial de clusters, comunidades e grupos (Scott, 2000).

A Figura 4 demonstra uma subestrutura estabelecida entre firmas e hospitais. É possível observar duas tríades compostas pelas firmas F15, F22 e pelos Hospital de Clínicas de Porto Alegre (H11) e Hospital de Pelotas (H18). Esse achado releva sublinhar a importância hierárquica do hospital no processo de busca de soluções tecnológicas no segmento pesquisado, conforme adverte Hicks *et al.*, (1996) sobre o sistema oculto de inovação no qual o hospital é peça central (Gulbrandsen *et al.*, 2016).

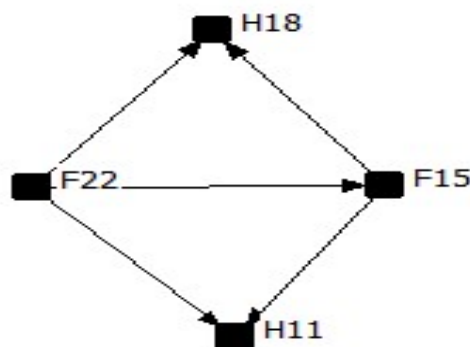


Figura 4. Subestrutura estabelecida entre firmas e hospitais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa de campo e UCINET 6.

O Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), participante do cluster na rede é reconhecido como hospital-escola da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; foi fundado em 1970 como uma empresa pública de direito privado, contando com patrimônio próprio e autonomia administrativa. Atualmente promove atividades práticas de ensino para um conjunto de cursos da UFRGS – Medicina, Enfermagem, Biomedicina, Ciências Biológicas, Educação Física, Farmácia, Nutrição, Odontologia, Pedagogia e Psicologia –; além de ofertar em torno de 50 programas de residência médica, em 25 áreas de atuação. Possui um Centro de Pesquisa Experimental com seis laboratórios multiusuários e 20

laboratórios temáticos e oferece infraestrutura para a realização de todas as etapas de estudos clínicos e epidemiológicos. Com capacidade instalada de aproximadamente 900 leitos, sendo mais de 85% destinados a pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS), o HCPA é um hospital de alta complexidade e referência nacional (Tatsch et al., 2019). Além dos leitos, a estrutura de atendimento conta com 40 salas de cirurgia, 146 salas para atendimento ambulatorial e 13 de emergência. Atualmente novos prédios estão sendo construídos, o que deve ampliar em quase 70% a área atual. Possui mais de 6 mil colaboradores. Destaca-se que o HCPA é referência em gestão, desempenhando papel relevante no âmbito do Programa Nacional de Recuperação dos Hospitais Universitários (REHUF) do Ministério da Educação. É também uma organização proativa no processo colaborativo. Como exemplo, mantém ativo uma diretoria de pesquisa⁷ que oferece diversas consultorias e cursos aos seus pesquisadores (iniciantes ou experientes). São assessorias permanentes em estatística, bioestatística, bioética, assuntos regulatórios, bioinformática, engenharia biomédica, logística (andamento dos projetos aprovados), recursos financeiros (importação de materiais, serviço de farmácia, etc.), revisão de idiomas para artigos científicos, entre outros. Oferece, ainda, o serviço de “escritório de projetos”, para apoiar os novos pesquisadores ou pequenos grupos de pesquisa na captação de pesquisa patrocinada⁸; e o FIPE (Fundo de Incentivo à Pesquisa) que disponibiliza 0,8% do faturamento anual do HCPA para fomentar o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, no intuito de viabilizar a execução parcial ou total dos pesquisadores (Stefani, 2022; Tatsch et al., 2019).

O Hospital de Pelotas (Hospital Escola da UFPel) é reconhecido como hospital-escola da Universidade Federal de Pelotas (UFPel); possui 172 leitos abrangendo as áreas de Clínica Médica, Cirurgia, Ginecologia e Obstetrícia, Pediatria e Pronto Socorro. Em 1987, firmou contrato com a Santa Casa de Misericórdia de Pelotas, possibilitando o alojamento no prédio em que permanece até os dias atuais. O Hospital constitui-se em um cenário de excelência para a prática dos cursos de graduação e pós-graduação da área da saúde da UFPel. O microssistema de saúde da UFPel contempla quatro estratégias de atenção à saúde (atenção primária,

⁷ Ver mais em: <https://www.hcpa.edu.br/pesquisa/a-pesquisa-no-hcpa/diretoria-de-pesquisa>

⁸ Ver mais em: <https://sites.google.com/hcpa.edu.br/area-do-pesquisador/servi%C3%A7os/diretoria-de-pesquisa>

ambulatório de especialidades, atenção domiciliar e hospital), onde estão inseridos nove cursos na área da saúde: Medicina, Enfermagem, Nutrição, Psicologia, Terapia Ocupacional, Farmácia, Odontologia, Educação Física e Medicina Veterinária. Esse conjunto compõe a chamada Rede Saúde UFPel. O HE tem assumido a vanguarda neste processo de institucionalização da rede dentro da Universidade. O Hospital Escola presta atendimento a 22 municípios da região exclusivamente pelo SUS (Sistema Único de Saúde), e representa uma estrutura de saúde de referência para Pelotas e macrorregião (Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul) em diversas especialidades.

4.2 Análise Multidimensional das Proximidades

A **Análise Multidimensional das Proximidades** fundamentada na literatura da geografia da inovação é essencial para compreender como diferentes formas de proximidade influenciam a dinâmica colaborativa e inovativa entre agentes econômicos e territórios. Para essa literatura a inovação emerge da combinação sinérgica dessas dimensões, pois, por exemplo, empresas em clusters tecnológicos podem estar fisicamente próximas, mas a efetiva troca de conhecimento depende de compatibilidade cognitiva (entendimento mútuo de linguagens técnicas) e alinhamento institucional (leis de propriedade intelectual). Assim, a abordagem multidimensional foca na interação conjunta das diferentes dimensões de proximidade no processo inovativo das firmas.

Os resultados indicam que a proximidade cognitiva (compartilhamento de base de conhecimento e atividade econômica com o mesmo CNAE) não é um fator determinante para a colaboração entre as empresas. A análise revela que as firmas buscam soluções tecnológicas em áreas de conhecimento diversas, influenciadas por outros fatores além da similaridade cognitiva. A Figura 5 ilustra esse cenário, mostrando que apenas a empresa F22 interage com outra do mesmo CNAE.

A **proximidade social** surge como um fator-chave na formação de relações e troca de conhecimento entre as empresas analisadas, com **62,5% dos respondentes** (15 empresas) destacando-a como uma das dimensões mais relevantes. Esse resultado está alinhado com a literatura (Boschma, 2005; Granovetter, 1973, 1985) e reforçado por **Capello (2007) e Fu**

(2015), que destacam seu papel predominante em PMEs co-localizadas e setorialmente próximas. Segundo **Fu (2015)**, as pequenas empresas tendem a depender mais da proximidade social do que as grandes corporações devido a suas **limitações de recursos e capacidades internas**. Enquanto PMEs frequentemente recorrem a redes sociais para resolver problemas (dada a menor qualificação técnica e experiência localizada), grandes empresas possuem estruturas organizacionais globais, executivos com visão plural e acesso a múltiplas formas de proximidade (organizacional, cognitiva), ampliando suas alternativas de inovação.

A análise da proximidade organizacional baseia-se nas proposições de Balland (2012), Broekel (2015) e Broekel et al. (2011), que a definem como o compartilhamento preferencial de conhecimento entre empresas vinculadas hierarquicamente. Os resultados revelam que esta dimensão apresenta baixa relevância no segmento estudado: apenas uma empresa (Figura 5) reportou trocas de conhecimento prioritárias com sua subsidiária. Esta limitação parece relacionar-se diretamente com o perfil das empresas analisadas (predominantemente PMEs), que geralmente não possuem estruturas organizacionais complexas. Contudo, quando presente, a proximidade organizacional demonstra ser um fator relevante na busca por soluções tecnológicas (Figura 5), sugerindo que a expansão organizacional influencia significativamente os padrões de inovação das empresas.

O estudo adotou a metodologia de Balland (2012) e Broekel (2015) para avaliar se organizações com similaridade institucional (conceito *quadruple helix*: empresas, universidades, governo e ONGs) apresentam maior propensão à interação. Os resultados (Figura 5) revelam que apenas uma empresa considerou a proximidade institucional como fator relevante em suas relações, sugerindo limitação desta proximidade no contexto analisado.

Para análise da Proximidade Geográfica o estudo classifica as interações em quatro níveis espaciais, conforme COREDE⁹ (2013): Distância 1: mesmo Conselho Regional de Desenvolvimento; Distância 2: mesmo estado; Distância 3: mesmo país; Distância 4: outros países. Os resultados (Tabela 1) demonstram que a proximidade geográfica influencia

⁹ COREDEs, são um agrupamento de regiões definida pelo Estudo RUMOS 2015, com base em critérios de homogeneidade econômica, ambiental e social e em variáveis relacionadas a identificação das polarizações de emprego, dos deslocamentos por tipo de transporte, da hierarquia urbana, da organização da rede de serviços de saúde e educação superior, entre outros.

significativamente a busca por soluções tecnológicas, com predominância de interações locais e regionais.

Porte / Proximidade	Proximidade Cognitiva*	Proximidade Social**	Proximidade Organizacional***	Proximidade Institucional****	Proximidade Geográfica*****
Micro e Pequena Empresa	–	F1, F3, F7, F8, F11, F12, F14, F16, F17, F18, F20, F21, F23, F24	–	F17	F2, F3, F4, F8, F10, F11, F12, F13, F14, F19, F23, F24
Porte	Proximidade Cognitiva*	Proximidade Social**	Proximidade Organizacional***	Proximidade Institucional****	Proximidade Geográfica*****
Média e Grande Empresa	F22	F22	F15	–	F9

* Firms que apresentam compartilhar conhecimento com o mesmo CNAE;
 ** Firms que no questionário apontaram o *score* 1 ou 2 para a importância da proximidade social em suas relações;
 *** Firms que apontaram trocar conhecimento com subsidiárias ou filiais;
 **** Firms que caracterizam se relacionar predominantemente com firms que possuem a mesma institucionalidade considerando o conceito *triple helix*;
 ***** Firms que 50% de suas relações são formadas com outras organizações dentro do mesmo COREDE;

Figura 5. Análise Multidimensional de Proximidades – rede total.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na pesquisa de campo.

Considerações finais

O objetivo geral do trabalho foi desvendar o comportamento das dinâmicas de proximidade nas interações estabelecidas pelas firms com outros atores sociais no processo de resolução de problemas tecnológicos. Entende-se que a contribuição principal foi a realização de um exercício empírico com PMEs e a constatação do comportamento das diferentes dinâmicas de proximidade entre atores relevantes para o processo de geração de inovações de um setor produtivo que apresenta suscetíveis déficits na balança comercial brasileira.

Nesse sentido, observa-se que a proximidade geográfica e a proximidade social atuam como importante *drive* na construção das relações. Esses achados estão em consonância com o

evidenciado por Capello (2007), Fu (2015) e Lazzeretti *et al.* (2016), que defendem a proximidade social como recurso frequentemente utilizado pela firma de menor porte, que se apropria com considerável intensidade das relações sociais próximas para o auxílio e solução de seus problemas. Torna-se também interessante resgatar o evidenciado por Beaudry *et al.* (2012) e Gonçalves *et al.* (2011) que relacionam a maturidade das firmas, seu grau tecnológico e seu porte com a proximidade geográfica. Gallaud *et al.*, (2005) defendem que a proximidade geográfica é utilizada como uma condição importante para a inovação, especialmente no caso das micro e pequenas empresas, que não possuem recursos em abundância para investimento em P&D, e acabam utilizando o recurso geográfico como fonte de solução de problemas. Neste sentido, o trabalho parece estar alinhado com os achados internacionais, mesmo considerando um recorte setorial específico.

Não foi possível apresentar conclusões sobre a proximidade institucional. A proximidade organizacional não atuou como uma dimensão importante na troca de conhecimentos entre os atores fundamentalmente em razão da característica da amostra. Um elemento que pode explicar tal fato é o porte das firmas e a baixa competitividade: são firmas que atuam em nichos de negócios negligenciados por grandes corporações (multinacionais), as quais detêm a maior fatia de mercado dos produtos de equipamentos médicos. Tal situação parece limitar a área de atuação das micro e pequenas empresas, mantendo suas ações centradas no pequeno negócio. A proximidade cognitiva também não se apresentou como uma importante dimensão, já que não foram identificados compartilhamento entre agentes que possuem a mesma base de conhecimento. Por outro lado, os entrevistados advertem que a colaboração com os profissionais de saúde é fortemente orientada pelo aspecto cognitivo, dado o caráter técnico que exige os processos e dispositivos deste segmento, logo, sugere-se novos estudos com esse recorte.

Sublinha-se ainda que, se os resultados sugerem que PMEs tendem a priorizar as proximidades social e geográfica em suas interações, no entanto, à medida que as firmas crescem e se estruturam, passam a utilizar outras dimensões de proximidade de forma mais intensiva. Esse padrão fica evidente no caso da maior PME pesquisada, que destacou a proximidade organizacional como a mais relevante em suas interações inovativas - um contraste

marcante em relação às empresas menores. Esse achado pode estar relacionado ao *trade-off* schumpeteriano: empresas maiores possuem maior capacidade para atividades inovativas e, conseqüentemente, estabelecem relações baseadas em uma lógica distinta daquelas utilizadas por empresas de menor porte.

Quanto à análise de redes sociais foi possível identificar duas subestruturas (tríades) que contemplam dois hospitais como atores centrais no processo de solução de problemas das pequenas e médias firmas do setor. Tal noção se torna relevante para compreender o processo inovativo das firmas atuantes neste segmento. A análise de redes revela que é o hospital, e não as universidades ou outras firmas que possui importância hierárquica na rede de interações e soluções de problemas. Também revela que os clusters iniciais na rede contemplam o hospital como ator integrante. Assim, vale pensar em políticas públicas para a aproximação destas duas diferentes hélices (hospital e firmas) no processo iterativo.

Quanto às limitações desta pesquisa, se torna necessária algumas advertências. Tendo em vista que a amostragem da pesquisa utilizou um método não probabilístico, é compreensível que tal fato pode gerar um viés nos resultados. Outra limitação é quanto a técnica de pesquisa utilizada nesse trabalho que é focada no indivíduo (*egocêntrica*). Seria interessante para o avanço da compreensão da rede utilizar a cadeia de referência (*snowball*) no quadro de amostragem, embora tal técnica exija maior investimento e equipe de pesquisa.

Finalmente, é imprescindível uma pesquisa que aprofunde as relações formadas no ambiente hospitalar, frequentemente citado na literatura como um terreno fértil para a atividade inovativa nesse segmento, mas ainda carente de compreensão (do ponto de vista inovativo). Uma nova possibilidade de estudo está no entendimento da relação entre o tamanho da firma e sua articulação com as dinâmicas de proximidade, ou ainda, considerando uma perspectiva eminentemente evolucionária, compreender a evolução (crescimento ou declínio) das firmas e sua ligação com as proximidades ao longo do tempo. Essa última proposta seria capaz aprofundar o entendimento das proximidades levando em consideração a variável temporal, e assim, fornecer pistas sobre a forma e a dinâmica espacial da indústria e, sob certa dimensão, da região.

Referências

- ABIMO. (2021). *Relatório Setorial: Dados Consolidados de 2021 e perspectivas de 2022* (Relatório Setorial, p. 46) [Relatório Setorial]. ABIMO.
- Ahn, J. M., Kim, D., & Moon, S. (2017). Determinants of innovation collaboration selection: A comparative analysis of Korea and Germany. *Innovation*, 19(2), 125–145. <https://doi.org/10.1080/14479338.2016.1241152>
- Albuquerque, E. da M., & Cassiolato, J. E. (2002). As especificidades do sistema de inovação do setor saúde. *Revista de Economia Política*, 22(4), 88.
- André, T., & Delphine, G. (2022). *Handbook of Proximity Relations*. Edward Elgar Publishing.
- Araújo, E., & Peres, S. (2020). Desindustrialização e soberania no enfrentamento da crise de saúde pública da COVID-19. *A Terceira Margem*. <https://aterceiramargem.org/2020/04/27/desindustrializacao-e-soberania-nacional-covid-19/>
- Arora, A., & Gambardella, A. (1995). The Division of Innovative Labor in Biotechnology. Em N. Rosenberg, A. C. Gelijns, & H. Dawkins, *Sources of Medical Technology: Universities and Industry*. (p. 188–206). National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232054/>
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86(3), 630–640.
- Balland, P.-A., Belso-Martínez, J. A., & Morrison, A. (2016). The Dynamics of Technical and Business Knowledge Networks in Industrial Clusters: Embeddedness, Status, or Proximity? *Economic Geography*, 92(1), 35–60. <https://doi.org/10.1080/00130095.2015.1094370>
- Beaudry, C., & Schiffauerova, A. (2009). Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. *Research Policy*, 38(2), 318–337. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.11.010>
- Bednarz, M., & Broekel, T. (2019). The relationship of policy induced R&D networks and inter-regional knowledge diffusion. *Journal of Evolutionary Economics*, 29(5), 1459–1481. <https://doi.org/10.1007/s00191-019-00621-2>
- Blume, E. P. of S. and T. S. S. (1992). *Insight and Industry: On the Dynamics of Technological Change in Medicine*. Mit Press.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing Social Networks* (Second edition). SAGE Publications Ltd.
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Boschma, R., & Frenken, K. (2010). The spatial evolution of innovation networks: A proximity perspective. Em R. Boschma & R. Martin (Orgs.), *The Handbook of Evolutionary Economic Geography* (p. 120–135). Edward Elgar Pub.
- Brenner, T., Cantner, U., Fornahl, D., Fromhold-Eisebith, M., & Werker, C. (2011). Regional innovation systems, clusters, and knowledge networking. *Papers in Regional Science*, 90(2), 243–249. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00368.x>

- Broekel, T., & Boschma, R. (2012). Knowledge networks in the Dutch aviation industry: The proximity paradox. *Journal of Economic Geography*, 12(2), 409–433. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr010>
- Broekel, T., & Hartog, M. (2013). Explaining the Structure of Inter-Organizational Networks using Exponential Random Graph Models. *Industry and Innovation*, 20(3), 277–295. <https://doi.org/10.1080/13662716.2013.791126>
- Broekel, T., & Mueller, W. (2018). Critical links in knowledge networks – What about proximities and gatekeeper organisations? *Industry and Innovation*, 25(10), 919–939. <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1343130>
- Capello, R. (2015). *Regional Economics*. Routledge. <https://www.routledge.com/Regional-Economics/Capello/p/book/9781138855885>
- Capone, F., & Lazzeretti, L. (2018). The different roles of proximity in multiple informal network relationships: Evidence from the cluster of high technology applied to cultural goods in Tuscany. *Industry and Innovation*, 25(9), 897–917. <https://doi.org/10.1080/13662716.2018.1442713>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. *The Economic Journal*, 99(397), 569–596. <https://doi.org/10.2307/2233763>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Consoli, D., & Mina, A. (2008). An evolutionary perspective on health innovation systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 19(2), 297. <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0127-3>
- Consoli, D., & Ramlogan, R. (2009). *Scope, Strategy and Structure: The Dynamics of Knowledge Networks in Medicine* (12791; MPRA Paper). University Library of Munich, Germany. <https://ideas.repec.org/p/pramprapa/12791.html>
- Crespo, J., & Vicente, J. (2016). Proximity and Distance in Knowledge Relationships: From Micro to Structural Considerations based on Territorial Knowledge Dynamics (TKDs). *Regional Studies*, 50(2), 202–219. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.984671>
- Das, T. K. (2022). *Managerial Practice Issues in Strategy and Organization*. IAP.
- Fogel, R. W. (1993). New Sources and New Techniques for the Study of Secular Trends in Nutritional Status, Health, Mortality, and the Process of Aging. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*, 26(1), 5–43. <https://doi.org/10.1080/01615440.1993.10594215>
- Fogel, R. W. (1994). Economic Growth, Population Theory, and Physiology: The Bearing of Long-Term Processes on the Making of Economic Policy. *The American Economic Review*, 84(3), 369–395. JSTOR.
- Fogel, R. W. (1997). New findings on secular trends in nutrition and mortality: Some implications for population theory. Em M. Rosenzweig & O. Stark (Orgs.), *Handbook of Population and Family Economics* (Vol. 1a, p. 433–481). Elsevier Science. <https://www.sciencedirect.com/handbook/handbook-of-population-and-family-economics/vol/1/part/PA>

- Françoso, M. S., Boschma, R., & Vonortas, N. (2024). Regional diversification in Brazil: The role of relatedness and complexity. *Growth and Change*, 55(1), e12702. <https://doi.org/10.1111/grow.12702>
- Françoso, M. S., Campos, M. L., & Vonortas, N. S. (2022). Proximity in Innovation Networks. Em T. K. Das, *Managerial Practice Issues in Strategy and Organization* (p. 259–276). IAP.
- Fu, W. (2015). *Towards a Dynamic Regional Innovation System: Investigation Into the Electronics Industry in the Pearl River Delta, China* (2015ª edição). Springer.
- Gadelha, C. A. G., Quental, C., & Fialho, B. de C. (2003). Saúde e inovação: Uma abordagem sistêmica das indústrias da saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(1), 47–59. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000100006>
- Gallaud, D., & Torre, A. (2005). Geographical proximity and the diffusion of knowledge. Em G. Fuchs & P. Shapira (Orgs.), *Rethinking Regional Innovation and Change: Path Dependency or Regional Breakthrough?* (p. 127–146). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-23002-5_7
- Gelijns, A., & Rosenberg, N. (1994a). The dynamics of technological change in medicine. *Health Affairs (Project Hope)*, 13(3), 28–46. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.13.3.28>
- Gelijns, A., & Rosenberg, N. (1994b). The Dynamics of Technological Change in Medicine. *Health Affairs*, 13(3), 28–46. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.13.3.28>
- Gonçalves, E., & Fajardo, B. de A. G. (2011). A influência da proximidade tecnológica e geográfica sobre a inovação regional no Brasil. *Revista de Economia Contemporânea*, 15, 112–142. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482011000100005>
- Gulbrandsen, M., Hopkins, M., Thune, T., & Valentin, F. (2016). Hospitals and innovation: Introduction to the special section. *Research Policy*, 45(8), 1493–1498. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.010>
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to Social Network Methods*. University of California.
- Lazzeretti, L., & Capone, F. (2016). How proximity matters in innovation networks dynamics along the cluster evolution. A study of the high technology applied to cultural goods. *Journal of Business Research*, 69(12), 5855–5865. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.068>
- Lundvall, B.-Å. (2007). National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation*, 14(1), 95–119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Marek, P., Titze, M., Fuhrmeister, C., & Blum, U. (2017). R&D collaborations and the role of proximity. *Regional Studies*, 51(12), 1761–1773. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1242718>
- Marra, A., Carlei, V., & Baldassari, C. (2020). Exploring networks of proximity for partner selection, firms' collaboration and knowledge exchange. The case of clean-tech industry. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1034–1044. <https://doi.org/10.1002/bse.2415>
- Mollica, G., Caruso, R., Conte, G., Ambrogi, F., & Boveri, S. (2022). Analysing Researchers' Engagement in Research Hospitals: A Pilot Study in IRCCS—Italian Research Hospitals. *Healthcare*, 10(12), Artigo 12. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122458>
- Morandi, V. (2013). The management of industry–university joint research projects: How do partners coordinate and control R&D activities? *The Journal of Technology Transfer*, 38(2), 69–92. <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9228-5>

- Morlacchi, P., & Nelson, R. R. (2011). How medical practice evolves: Learning to treat failing hearts with an implantable device. *Research Policy*, 40(4), 511–525. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.01.001>
- Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2006). Universities in National Innovation Systems. Em J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Orgs.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press. <https://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199286805.001.0001/oxfordhb-9780199286805-e-8>
- Nooteboom, B. (2000). *Learning and Innovation in Organizations and Economies* (1ª edição). Oxford University Press.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2017). Networks and institutions. Em R. Greenwood (Org.), *The SAGE Handbook of Organizational Institutionalism* (2º edição, p. 596–623). SAGE Publications.
- Pandza, K., Wilkins, T. A., & Alfoldi, E. A. (2011). Collaborative diversity in a nanotechnology innovation system: Evidence from the EU Framework Programme. *Technovation*, 31(9), 476–489. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.05.003>
- Petersen, A. M., Rotolo, D., & Leydesdorff, L. (2016). A triple helix model of medical innovation: Supply, demand, and technological capabilities in terms of Medical Subject Headings. *Research Policy*, 45(3), 666–681. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.12.004>
- Proksch, D., Busch-Casler, J., Haberstroh, M. M., & Pinkwart, A. (2019a). National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi indicator approach. *Research Policy*, 48(1), 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.004>
- Proksch, D., Busch-Casler, J., Haberstroh, M. M., & Pinkwart, A. (2019b). National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi indicator approach. *Research Policy*, 48(1), 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.004>
- Ramlogan, R., & Consoli, D. (2007). Knowledge, understanding and the dynamics of medical innovation. *European Journal of Economic and Social Systems*, 20 (2), 231–249.
- Santos, E. G., Garcia, R., Araujo, V., Mascarini, S., & Costa, A. (2021). Spatial and non-spatial proximity in university–industry collaboration: Mutual reinforcement and decreasing effects. *Regional Science Policy & Practice*, 13(4), 1249–1261. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12312>
- Scaliza, J. A. A., Jugend, D., Chiappetta Jabbour, C. J., Latan, H., Armellini, F., Twigg, D., & Andrade, D. F. (2022). Relationships among organizational culture, open innovation, innovative ecosystems, and performance of firms: Evidence from an emerging economy context. *Journal of Business Research*, 140, 264–279. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.10.065>
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook*. SAGE.
- Stefani, R. (2022). *Produção e fluxos de conhecimento na área da saúde humana: Evidências da interação entre hospitais, universidades e institutos de pesquisa no Brasil* [UFRGS]. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/240590>

- Taalbi, J. (2020). Evolution and structure of technological systems—An innovation output network. *Research Policy*, 49(8), 104010. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104010>
- Tatsch, A. L., Botelho, M. dos R. A., Ruffoni, J., & Horn, L. S. (2019). Geração de conhecimento na área da saúde humana: Uma análise da interação universidade-organizações no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Inovação*, 18(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.20396/rbi.v18i2.8654558>
- Thune, T., & Mina, A. (2016). Hospitals as innovators in the health-care system: A literature review and research agenda. *Research Policy*, 45(8), 1545–1557. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.010>
- Tsouri, M. (2019). Knowledge transfer in time of crisis: Evidence from the Trentino region. *Industry and Innovation*, 26(7), 820–842. <https://doi.org/10.1080/13662716.2018.1551124>
- Vonortas, N. S., & Okamura, K. (2009). Research partners. *International Journal of Technology Management*, 46(3–4), 280–306. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023377>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1995). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Werker, C., Ooms, W., & Caniëls, M. C. J. (2016). Personal and related kinds of proximity driving collaborations: A multi-case study of Dutch nanotechnology researchers. *SpringerPlus*, 5(1), 1751. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3445-1>
- WHO. (2001). *Macroeconomics and health: Investing in health for economic development: executive summary* (p. 210). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42463>
- Wu, S., & Junior, B. M. (2023). Emerging technologies and global health: A systematic review generating bibliometric evidence for innovation management. *BMJ Innovations*, 9(3). <https://doi.org/10.1136/bmjinnov-2022-001064>