

Dinâmicas Regionais e Cooperação Tecnológica: Um Estudo das Redes de Patentes no Brasil (2010, 2015 e 2021)

Luiz Lentz Junior (UFRGS/GEI)

Rodrigo Foresta Wolffenbüttel (UFRGS/GEI)

Sandro Ruduit Garcia (UFRGS/GEI)

Resumo: Este estudo analisa os padrões de interação entre depositantes de patentes no Brasil em três períodos (2010, 2015 e 2021), utilizando análise de redes sociais para compreender as mudanças na cooperação inovativa durante transformações socioeconômicas significativas. A pesquisa contextualiza-se no período de implementação do novo marco legal da inovação (Lei Federal nº 13.243/2016) e do marco legal das startups (Lei Complementar 182/2021), embora não avalie especificamente os efeitos dessas políticas públicas. A análise examina 79.199 depositantes através de dados do INPI, focando em aspectos regionais, intensidade das interações e amplitude da cooperação. Os resultados mostram um aumento de 19,47% no número de depositantes entre 2010 e 2015, com crescimento de 22,75% nos componentes de rede, indicando maior inter-relação entre empresas. O componente principal expandiu 65,4% em 2021, representando 286 organizações colaborando. As regiões Norte e Nordeste apresentaram maior crescimento nas interações, com estados como Alagoas saindo de zero interações em 2010 para 2,29 em 2021. A cooperação internacional intensificou-se, com organizações estrangeiras dominando o ranking de maior ego-network em 2021. A pesquisa evidencia que, apesar das crises econômica e política dos anos 2010, as redes de inovação brasileiras mantiveram dinamismo durante um período de importantes mudanças no marco regulatório da inovação.

Palavras-Chave: Redes de inovação; Análise de redes sociais; Patentes; Cooperação tecnológica; Sistema de inovação;

1. Introdução

Diversas pesquisas no campo de estudos da inovação abordam a importância das interações entre atores sociais para o desenvolvimento de inovações econômicas (Ferrary & Granovetter, 2009; Freeman, 1991). Segundo essas abordagens, o processo de inovação está enraizado nas interações e trocas de conhecimento entre uma variedade de atores heterogêneos (empresas, universidades, organizações de apoio, pesquisadores, agentes públicos etc.). Logo, as redes de interação seriam elementos estruturantes de relações de confiança, colaboração e disputa, que possibilitariam o compartilhamento de informações não redundantes e a difusão de conhecimentos tácitos (não codificados).

Em especial, a relação entre empresas e suas alianças estratégicas foi foco de atenção de pesquisadores como Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) e Ahuja (2000). Ao fornecer às empresas associadas acesso a uma gama mais ampla de recursos do que aqueles que possuem individualmente, as alianças permitem que as empresas atenuem as incertezas econômicas inerentes à atividade inovativa e alcancem resultados que não conseguiriam atingir individualmente (Powell & Grodal, 2006). Dessa forma, as alianças estratégicas passaram a ser valorizadas pelas empresas por intensificar a interação, produzir relações de confiança e ampliar as chances de sucesso, aspecto estratégico para a competitividade e o desenvolvimento de inovações.

Todavia, os padrões de interação que configuram as redes podem apresentar variações significativas, em termos de configuração de aglomerações homogêneas (clusters), tipos de ligação e distância entre os atores, que tendem a influenciar as oportunidades inovativas. Segundo Schilling e Phelps (2007), elevados níveis de aglomeração local melhoram a capacidade de transmissão de informação entre as empresas. Além disso, geram pressupostos de confiança para o compartilhamento do conhecimento e para a pesquisa conjunta de soluções. Por outro lado, a presença de ligações longas (aquelas que unem diversos clusters locais) facilita a circulação de informação não redundante entre diferentes grupos, ampliando a possibilidade de recombinar a disposição das empresas.

Por sua vez, o contexto socioeconômico em que as interações ocorrem também tende a afetar as inovações. Estudos recentes exploram diversos aspectos do impacto no desempenho

de atores da inovação em face de situações de crises econômicas e políticas (Donatiello & Ramella, 2017; Fagerberg, 2016). Isso ocorre porque a inovação depende da contribuição de uma pluralidade de atores detentores de recursos complementares e do papel desempenhado pelas instituições na definição do contexto em que esses atores operam (Ramella, 2020).

No transcorrer dos anos 2010, o Brasil vivenciou importantes transformações no seu contexto socioeconômico. Entre eles ressalta-se algumas mudanças institucionais importantes, que buscam afetar diretamente o desempenho inovativo do país, como os esforços promovidos pela aprovação e regulamentação do novo marco legal da inovação (Lei Federal nº 13.243), em 2016, e o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador (Lei Complementar 182/2021 da Presidência da República). Tais marcos regulatórios visam, entre outras diretrizes, a promoção da cooperação e da interação entre os atores do sistema de inovação por meio da constituição de ambientes juridicamente favoráveis à inovação.

Outras mudanças, porém, afetam potencialmente processos importantes para a capacidade inovativa nacional, tais como o financiamento, a demanda e a produção de conhecimento (Fagerberg, 2016). Entre elas destacamos: a) a crise econômica e suas graves consequências sociais para o País - no período entre 2015 e 2019, a taxa média de crescimento anual do PIB sofreu retração de -0,46% (World Bank, 2021) e a taxa de desocupação atingiu o patamar de 13,7%, no primeiro trimestre de 2017 (IBGE, 2021); b) a crise política que desencadeou uma ruptura governamental (impeachment da Presidente da República); e c) a adoção de medidas de austeridade fiscal, ensejando uma nova âncora fiscal no país (Emenda Constitucional 95/2016).

Uma forma, já consagrada na literatura especializada, de avaliar essa capacidade inovativa são os pedidos de depósito de patentes. Ainda que o depósito de patentes não implique necessariamente em inovação, pois essa depende da implementação da novidade em determinado contexto, ele é frequentemente assumido como indicador (proxy) da produção inovadora. Segundo Ramella (2017), o patenteamento é um indicador de capacidade tecnológica e produção inventiva. Além disso, ele captaria, sobretudo entre as empresas, a atitude em relação à pesquisa como uma estratégia competitiva importante.

Com esse cenário em vista, a presente pesquisa busca analisar os padrões de interação entre os atores depositantes de patentes em três períodos distintos ao longo da década (2010, 2015 e

2021), considerando suas diferenças em termos de intensidade, amplitude e regionalidade. A proposta visa formular algumas indicações para explicar a mudança nos padrões de interação. Para tanto, a investigação debruça-se sobre os pedidos de depósitos de patentes, nos referidos períodos, e as relações de colaboração entre os depositantes.

2. Fundamentação teórica

A análise de redes sociais é fundamentada no pressuposto de que a análise dos padrões de conexão entre os atores sociais possibilita mapear relações estruturais que influenciam a conduta dos indivíduos em interação. Isto é, as redes sociais seriam socialmente estruturadas a partir de relações de proximidade, o que faz com que a distância social e, por consequência, o fluxo de informações entre indivíduos varie conforme a estrutura de relações que liga os diferentes grupos sociais.

Além disso, as trocas promovidas pelas relações em redes sociais são teoricamente distintas de outras formas de coordenação econômica, como as transações de mercado, ou as estruturas de governança hierárquica (Powell, 1990). Neste sentido, as redes se caracterizariam por relações fundamentadas na reciprocidade e, por consequência, envolveriam ligações simétricas, relativamente flexíveis e colaborativas.

Em geral, essa estrutura de relações é representada por meio de sociogramas de pontos e linhas, que possibilitam, com base em modelos matemáticos e na teoria dos grafos, analisar variáveis como grau de centralidade, níveis de estruturação (clustering), densidade, tipos de ligação, distância entre os nós e vazios estruturais. De acordo com essa proposta, variáveis como intensidade das ligações, posição na rede e nível de estruturação seriam capazes de auxiliar na compreensão da conduta de atores sociais ao influenciar aspectos relacionais como confiança, cooperação e acesso à informação. Por exemplo, ligações fracas, mais distantes e intermitentes, são importantes porque nos conectam com vários grupos, rompendo a configuração de aglomerações homogêneas (clusters) e funcionando como pontes pelas quais circulam informações não redundantes. Por outro lado, ligações intensas tendem a produzir relações de confiança e maior reciprocidade na interação.

No caso dos estudos sobre inovação, as análises de redes sociais ressaltam os papéis das redes como um meio para a circulação de informações, a transmissão de conhecimentos e a coordenação das ações no sentido de produzir inovações. Com base nessa dinâmica e na crescente ênfase dedicada à interação entre atores, diversos estudos se voltaram para a investigação da incidência das redes sobre processos inovativos (Granovetter, 1983; Julien, 2010; Schilling & Phelps, 2007; Uzzi & Spiro, 2005).

Por tratar-se da introdução de novidades e da alteração de contextos estabelecidos, a inovação envolve sempre a realização de escolhas operadas em condições de profunda incerteza, pouco apropriadas ao cálculo probabilístico e maximizante dos atores atomizados. Não por acaso, muitas empresas, universidades e institutos de pesquisa organizam-se em redes de cooperação como forma de atenuar incertezas econômicas (Powell & Grodal, 2006). Soma-se a isso as possibilidades de acesso a recursos diversos (financiamento, laboratórios, pessoal qualificado, entre outros) por meio de informação de qualidade, reputação e confiança, que as redes de colaboração propiciam. Isso ocorre porque redes são estruturas de coordenação que, além de facilitarem a aprendizagem interativa, tendem a produzir relações de confiança e colaboração que fortalecem a iniciativa e ampliam suas chances de sucesso.

Outro aspecto ressaltado pela literatura são as possibilidades de tensões generativas nas interações horizontais das redes. Segundo Stark (2010), mais que o fluxo de informação possibilitado pelas ligações, importa o atrito gerador e produtor que rompe com as categorias estabelecidas, que permite a redefinição, reimplantação e recombinação de recursos. Esse atrito, por sua vez, dependeria de uma recombinação por meio da diversidade, possibilitada pela sobreposição de estruturas coesas de grupos, naquilo que o autor denomina "dobras estruturais" (Stark, 2010).

Em um estudo voltado para a indústria de musicais da Broadway, Uzzi e Spiro (2005) apontam a importância das conexões homogêneas locais junto a conexões diversas para a criatividade e a inovação. Isto é, a combinação de coesão local e conectividade global são importantes para a performance criativa nesse tipo de ramo, fornecendo, assim, uma mescla de variedade e homogeneidade. É o que os pesquisadores chamam de redes small world, pequenos mundos relacionais, feitos de ligações estreitas, retículos densos, informações redundantes, unidos por algumas ligações casuais extensas que os conectam através de alguns intermediários.

Outros estudos sobre as alianças estratégicas e inovação empresarial, mensurada através de registros de patentes (Schilling & Phelps, 2007), demonstram que as redes small world configuram uma estrutura mais favorável às oportunidades inovativas.

Segundo esses estudos, os elevados níveis de aglomeração local melhoram a capacidade de transmissão de informação entre as empresas. Além disso, geram pressupostos de confiança para o compartilhamento do conhecimento e para a pesquisa conjunta de soluções. Por outro lado, a presença de ligações longas (aquelas que unem diversos clusters locais) facilita a circulação de informação não redundante entre diferentes grupos, ampliando a possibilidade de recombinar a disposição das empresas. Em outros termos, os referidos estudos tornam evidente a influência da estrutura complexa da rede sobre a performance de uma única empresa, pois um dos aspectos que mais influenciaria a atividade inovativa é o grau de conectividade da rede e a amplitude dos seus principais componentes (Ramella, 2020).

Grande parte dessa bibliografia mobiliza a análise de redes para explorar seu papel nos processos de aprendizagem, na dinâmica de transmissão de conhecimentos, na complementaridade funcional entre os atores da rede e como um meio de acesso a informações externas relevantes. Especialmente nos estudos organizacionais, as dinâmicas de complementaridade e o papel da cooperação entre diferentes instituições têm sido exploradas na produção e na difusão de inovações. Nas palavras de Powell e Grodal (2006), atualmente, nenhuma empresa detém, sozinha, todas as habilidades e competências necessárias para se manter no topo de todas as áreas de progresso tecnológico e desenvolver inovações relevantes para o mercado, ou seja, as redes de cooperação tornaram-se centrais para os processos de inovação devido ao seu caráter colaborativo e complementar.

Uma forma de buscar mensurar essa cooperação entre organizações nos processos inovativos ocorre por meio da análise de redes de copatenteamento (Ter Waal & Boschman, 2008). Esta abordagem considera a copatente como uma patente solicitada por dois ou mais atores, logo, trata-se de uma potencial atividade de cooperação baseada na inovação. Neste caso, as organizações autoras são tomadas como nós da rede e a análise de redes baseadas em patentes possibilita a investigação empírica de suas relações.

Apesar das limitações vinculadas às patentes como indicador de inovação, sobretudo no que se refere às diferenças entre invenção e inovação e à tendência das patentes em ocultar as

inovações menos radicais e formalizadas de setores tradicionais e empresas de menores dimensões, a análise de redes baseadas em patentes permite algumas vantagens importantes. Entre essas destaca-se a disponibilidade de informações quantitativas homogêneas que tornam possível realizar análises comparadas entre os diversos contextos por meio de indicadores que expressam a "intensidade de patentes" ao nível territorial e setorial (Ramella, 2020).

3. Método de pesquisa

Para responder à questão sobre os padrões de interação entre os depositantes ao longo do tempo, a investigação volta-se para os seguintes aspectos: (1) diferenças regionais; (2) intensidade por meio das redes cooperativas para inovação tecnológica; e (3) a amplitude por cooperação internacional para inovação. Para cada um desses aspectos (categorias), foram utilizados indicadores específicos que contribuem para o interesse da análise. A Tabela 1 mostra a relação entre os aspectos levantados e os indicadores utilizados. O que há em comum entre os indicadores é que todos se referem à interação entre os atores. Nesse sentido, do ponto de vista analítico, apresentam-se as principais estatísticas de ARS, dentre elas: degree, componentes e amplitude do Ego-network (Freeman, 1979).

Tabela 1. Indicadores utilizados nas análises

Categorias	Aspectos investigados	Indicador
Diferenças regionais	Variação da cooperação nas diferentes regiões	Concentração das interações no que tange à colaboração entre empresas depositantes em localidades específicas. Nesse caso, se avaliará a média degree (número de laços entre os atores) e a sua localização
	Interação entre empresas depositantes	Degree
Intensidade	Número de interação direta de empresa depositante	Ego-network
	Interação direta e indireta entre empresas em termos absolutos	Componente principal

Amplitude da cooperação	Aumento de empresas depositantes e as suas interações	Amplitude da rede
	Interações diretas e indiretas entre empresas depositantes	Componentes (média)
	Cooperação internacional para inovação	Média dos componentes (elo entre atores em interação por conta das inovações). Os componentes são atores que estão associados entre si
		Concentração das interações das empresas internacionais por meio da média do degree

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para obter os resultados, foram analisados os dados das organizações depositantes de registros de patentes dos anos de 2010, 2015 e 2021, dados disponibilizados pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A escolha destes períodos justifica-se por conta da distância temporal entre eles, que permite compreender de forma mais clara se ocorreu algum tipo de mudança nas interações analisadas.

Ao todo, foram analisados os dados de 79.199 depositantes - no caso, a totalidade dos depósitos correspondentes a esses três períodos. Depositante é aqui compreendido como pessoas jurídicas ou físicas que realizam um pedido de patente ou produto junto ao INPI.

A consulta aos dados de livre acesso disponibilizados pela INPI buscou a formação de um conjunto de informações dos depositantes, tais como razão social e número do depósito, por exemplo. Uma vez realizada a listagem de depositantes, buscou-se especificamente os depositantes pessoa jurídica (empresas ou instituições). Com isso, foi realizada uma segunda consulta, agora junto ao cadastro de CNPJs da Receita Federal, o que permitiu verificar o CNAE principal das empresas e, através disso, examinar (de forma atualizada) a principal atividade econômica dos depositantes - no caso, apenas dos depositantes nacionais.

De posse de todos esses dados, passou-se à construção da centralidade das interações das organizações depositantes, o que se deu da seguinte forma: (a) elaboração de uma matriz (retangular), representando a interação entre os atores, a saber, empresas ou instituições, localizadas no Brasil ou no exterior, organizados em matrizes de incidência de tipo binário - os depósitos aparecem nas linhas horizontais, enquanto as empresas/instituições (afiliações)

aparecem nas colunas, em sentido vertical; (b) análise da afiliação das empresas através das interações entre os atores.

Com isso, por meio da análise de afiliação (2 mode to 1 mode), passou-se ao cálculo da centralidade das interações. A análise da afiliação consiste na conversão de uma matriz " $m \times n$ " em " $m \times m$ ", por meio de projeção, servindo como técnica para formar uma segunda matriz simétrica, representando o laço entre as empresas.

Além disso, essa mesma técnica foi utilizada para explorar a interação entre os atores depositantes e seus respectivos setores.

4. Resultados

Ao todo foram analisados 35.089 depósitos. Os resultados das análises estatísticas, presentes na Tabela 2, oferecem as seguintes informações: do ano de 2010 a 2015 ocorreu um importante aumento do número de depositantes em 19,47%, número que ficou relativamente estável entre 2015 e 2021 (1,43%). Também é possível verificar um aumento expressivo, de 22,75%, no número de componentes entre os anos de 2010 e 2015, o que significa um crescimento importante da inter-relação entre empresas - ou seja, um número maior de empresas colaborando conjuntamente. O ano de 2021 foi quando ocorreu o maior aumento do componente principal, ou seja, do grupo de empresas que se relacionam, que interagem - esse número aumentou em 65,4%, representando 286 empresas que colaboram entre si por meio dos depósitos.

Outro ponto interessante é o aumento, entre os períodos 2010, 2015 e 2021, do número médio de organizações adjacentes a cada organização (Ego-network): 10,7%, o que significa dizer que mais organizações estão interagindo entre si. Além disso, o número das ligações por meio de depósitos comuns entre empresas/instituições (degree) aumentou em 38%.

Tabela 2. Estatísticas descritivas de depositantes dos anos de 2010, 2015 e 2021

Tabela 2 – Estatísticas descritivas de depositantes dos anos de 2010,2015 e 2021

Ano	Amplitude	Componentes	Componente e ratio	Degree	Ego-network	Vértices isolados	Componente principal
	1	2	3	4	5	6	7
2010	7963	7131	0,89	0,31	0,25	832	99
2015	9514	8754	0,92	0,28	0,28	760	67
2021	9651	8606	0,89	0,50	0,28	1045	286

Nota: (1) número de vértices incluídos na rede; (2) seções do grafo cujos vértices são conectados, direta ou indiretamente, entre si; (3) número de componentes em relação à amplitude; (4) número médio de empresas que se relacionam por meio dos depósitos; (5) número médio de empresas adjacentes; (6) número de vértices sem conexões (e a porcentagem a respeito do total da amostra); (7) número de vértices no componente de maior amplitude (e a porcentagem a respeito do total da amostra).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Indo mais a fundo, analisando as interações por região, encontra-se um importante crescimento na interação entre regiões. De acordo com a Tabela 3, que comparou a média do degree, ou seja, a interação entre organizações depositantes, as regiões Norte e Nordeste foram aquelas que tiveram maior número de interações entre organizações. Note-se, ainda, que alguns estados que não tiveram quaisquer interações em 2010 obtiveram, em 2021, um incremento relevante - como o estado de Alagoas, por exemplo.

Tabela 3. Média do degree comparado (2010, 2015 e 2021) dividido por estado

Estado	Média do Degree		
	2010	2015	2021
AL	0,00	1,00	2,29
AM	0,00	0,00	0,85

AP	0,44	0,00	0,50
BA	0,00	0,15	0,64
CE	0,55	0,09	0,80
DF	0,62	1,00	0,34
ES	0,72	0,26	0,29
GO	0,00	0,08	0,51
MA	0,08	0,00	1,70
MG	0,33	0,70	1,50
MS	1,17	0,00	1,43
MT	0,00	0,00	0,45
PA	0,00	0,15	1,07
PB	0,50	1,11	0,88
PE	0,67	0,65	1,06
PI	0,27	0,00	3,00
PR	0,00	0,09	0,31
RJ	0,29	0,59	0,84
RN	0,77	0,10	0,92
RO	0,67	0,50	0,00
RS	0,05	0,10	0,38
SC	0,11	0,11	0,21
SE	0,17	2,50	2,00
SP	0,33	0,13	0,34
TO	0,01	0,00	0,50

Fonte: Elaborada pelos autores.

Outra análise importante é da interação entre organizações nacionais e internacionais. É possível afirmar que houve um aumento na interação, tanto nacional como internacional, entre os anos de 2010 e 2021. É preciso ressaltar também que as organizações com sede no exterior tiveram em 2015 uma média de interação levemente superior às organizações localizadas no território nacional.

Tabela 4. Média do degree comparado (2010, 2015 e 2021) dividido por organizações nacionais e internacionais

Origem	Degree		
	2010 Média	2015 Média	2021 Média

Nacional (Residente)	0,37	0,23	0,54
Internacional (não residente)	0,30	0,29	0,50

Fonte: Elaborada pelos autores.

A respeito do número de depósitos dos não residentes é importante salientar que, nos três períodos, eles foram a maioria em relação aos residentes (nacionais), e em 2015 superaram o percentual do total de depositantes, conforme Tabela 5.

Tabela 5. Número de depósitos (2010, 2015 e 2021) dividido por residentes e não residentes

	2010		2015		2021	
	Número de depósitos	Distribuição %	Número de depósitos	Número de depósitos	Número de depósitos	Distribuição %
Residentes	1523	19,12	1703	17,91	2115	21,91
Não residentes	6441	80,88	7805	82,09	7537	78,09
Total	7964		9508		9652	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Outro ponto importante revelou-se ao ser realizado o recorte de interações por setores, classificados a partir da estrutura do CNAE (seção): comparando os anos de 2010, 2015 e 2021, pode-se observar uma queda expressiva nas interações relacionadas aos depósitos no setor da Agricultura, ao mesmo tempo que se nota um aumento importante no setor de Energia - Eletricidade e Gás e Educação.

Outro dado que chama a atenção é o perfil de organizações posicionadas entre as primeiras dez com o maior número de adjacentes (Ego-network) nesse intervalo entre 2010 e 2021: se em 2010 encontravam-se seis instituições de ensino ou pesquisa com o maior número de interações, esse mesmo número, em 2021, foi de apenas três. Obviamente, não é possível afirmar que seja algum tipo de tendência, já que estão sendo comparados intervalos específicos. Ademais, não deixa de despertar interesse a forte presença, nesse quesito específico, de instituições estrangeiras nos primeiros lugares no ano de 2021.

Tabela 6. Ego-network comparado (2010, 2015 e 2021), somente os dez primeiros

2010		
Ranking	Id	Size – Ego-network
1	Universidade de São Paulo – USP	19
2	Universidade Federal de Minas Gerais	18
3	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	18
4	Fapemig	15
5	Fapesp	14
6	Nippon Steel Engineering Co., Ltd.	13
7	Inpex Corporation	12
8	Universidade Federal de Uberlândia	9
9	Universidade Federal de Santa Catarina	8
10	Centre National de la Recherche Scientifique	8
2015		
Ranking	Id	Size – Ego-network
1	Centre National De La Recherche Scientifique	19
2	Fundaçãode Amparo Pesquisa Do Estado De Minas Gerais	15
3	Universidade Federal De Minas Gerais	10
4	Petroleo Brasileiro S.A. - Petrobras	10
5	Dow Global Technologies Llc	10
6	Inserm	10
7	The Regents Of The University Of California	9
8	Pioneer Hi-Bred International, Inc.	7
9	President And Fellows Of Harvard College	7
10	Universidade Federal De Pernambuco	7
2021		
Ranking	Id	Size – Ego-network
1	Centre National de la Recherche Scientifique	42
2	Universidade Federal de Minas Gerais	28
3	Inserm – Institut National de la Sant et de la Recherche Medicale	24
4	Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	16
5	Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	14
6	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale	14
7	Universidade Federal de Uberlândia – UFU	14
8	Institut National de Recherche Pour L'agriculture	13
9	Universite de Paris	13
10	Dow Global Technologies Llc.	12

Fonte: Elaborada pelos autores.

5. Discussão

O conjunto de análises permite algumas conclusões preliminares acerca da mudança no padrão de interação entre os atores depositantes. O que é possível afirmar é o seguinte: (1) em linhas gerais, comparando as redes de interação dos intervalos, nota-se um aumento de interação e de interpelação entre os atores; (2) ocorrem questões estruturais de regionalização dessas interações - basta pensar nas médias de interação por região (Tabela 3); (3) ocorreu um aumento relevante nas redes (Egos) dos principais atores que colaboram com um maior número de empresas.

Por fim, antes de encerrar essa seção, pode-se supor algum tipo de cooperação internacional, especialmente se for levado em conta que, entre os dez atores com maior Ego-network, a maioria é composta por instituições estrangeiras.

Os resultados encontrados são consistentes com a literatura sobre redes small world (Uzzi & Spiro, 2005), que enfatiza a importância da combinação entre coesão local e conectividade global para a performance inovativa. O crescimento observado nas interações regionais, particularmente nas regiões Norte e Nordeste, sugere uma expansão dos clusters locais de inovação, enquanto a crescente presença de organizações internacionais nos principais componentes das redes indica o fortalecimento de ligações longas que conectam o sistema brasileiro a redes globais de conhecimento.

A intensificação das colaborações durante período de adversidades econômicas e políticas corrobora os achados de Ramella (2020) sobre a capacidade das redes de inovação de se adaptarem a contextos de incerteza. As empresas e instituições parecem ter utilizado estratégias colaborativas como forma de atenuar riscos e acessar recursos complementares, conforme previsto pela teoria de redes (Powell & Grodal, 2006).

6. Conclusões

Esta pesquisa buscou compreender os padrões de interação entre atores depositantes de patentes no Brasil durante a década de 2010, período marcado por transformações socioeconômicas significativas, incluindo crises econômica e política, mas também a implementação de novos marcos regulatórios da inovação. A análise de 79.199 depositantes em três períodos (2010, 2015 e 2021) revelou transformações importantes nas configurações das

redes de cooperação tecnológica: crescimento de 19,47% no número de depositantes entre 2010 e 2015, expansão de 22,75% nos componentes de rede e aumento expressivo de 65,4% no componente principal em 2021. Esses achados evidenciam não apenas a manutenção, mas a intensificação das colaborações, com destaque para o crescimento das interações nas regiões Norte e Nordeste e para a crescente participação de organizações internacionais nos principais componentes das redes.

Os resultados demonstram que as redes de cooperação para inovação tecnológica no Brasil apresentaram capacidade de adaptação e crescimento mesmo durante um período de adversidades conjunturais. A diversificação geográfica das interações e a internacionalização crescente das redes sugerem uma reconfiguração do sistema nacional de inovação em direção a padrões mais descentralizados e conectados globalmente. Contudo, é fundamental reconhecer as limitações desta análise: embora os dados de patentes ofereçam indicadores quantitativos sobre cooperação tecnológica, eles não permitem inferências diretas sobre a efetividade das políticas públicas implementadas ou sobre dimensões qualitativas da inovação. A compreensão dos padrões identificados demanda estudos complementares que integrem outras dimensões da atividade inovativa para uma avaliação mais completa dos fatores subjacentes às transformações observadas nas redes de cooperação tecnológica brasileiras.

Referências

- Donatiello, D., & Ramella, F. (2017). Innovation networks and local milieux: The case of Lombardy biotech district. *European Urban and Regional Studies*, 24(3), 272-289.
- Fagerberg, J. (2016). Innovation policy: Rationales, lessons and challenges. *Journal of Economic Surveys*, 30(3), 497-512.
- Ferrary, M., & Granovetter, M. (2009). The role of venture capital firms in Silicon Valley's complex innovation network. *Economy and Society*, 38(2), 326-359.
- Freeman, C. (1991). Networks of innovators: A synthesis of research issues. *Research Policy*, 20(5), 499-514.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.

- Granovetter, M. S. (1983). The strength of weak ties: A network theory revisited. *Sociological Theory*, 1, 201-233.
- IBGE. (2021). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Julien, P. A. (2010). *De l'entrepreneuriat technologique à l'économie de la connaissance*. Presses de l'Université du Québec.
- Powell, W. W. (1990). Neither market nor hierarchy: Network forms of organization. *Research in Organizational Behavior*, 12, 295-336.
- Powell, W. W., & Grodal, S. (2006). Networks of innovators. In J. Fagerberg & D. Mowery (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 56-85). Oxford University Press.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116-145.
- Ramella, F. (2017). The sociology of economic innovation: Opening the black box. *European Journal of Social Theory*, 20(1), 92-108.
- Ramella, F. (2020). *Sociologia da inovação econômica*. Editora da UFRGS.
- Schilling, M. A., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 53(7), 1113-1126.
- Stark, D. (2010). Dobras estruturais: ruptura generativa em grupos sobrepostos. *Revista de Administração de Empresas*, 50(2), 215-240.
- Ter Waal, A., & Boschman, R. (2008). Co-evolution of firms, industries and networks in space. *Regional Studies*, 42(6), 789-802.
- Uzzi, B., & Spiro, J. (2005). Collaboration and creativity: The small world problem. *American Journal of Sociology*, 111(2), 447-504.
- World Bank. (2021). *World Development Indicators*. The World Bank Group.