

Redes de Cooperação Tecnológica em Biotecnologia: Um Estudo Bibliométrico

JOÃO MARCOS ALMEIDA

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO (UNINOVE)

PRISCILA REZENDE DA COSTA

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO (UNINOVE)

Agradecimento à órgão de fomento:

A Capes pelo apoio Institucional

Redes de Cooperação Tecnológica em Biotecnologia: Um Estudo Bibliométrico

Resumo: O termo “redes de cooperação tecnológica” torna-se cada vez mais difundido na academia e no setor de biotecnologia, no entanto o seu conceito vem de diferentes campos teóricos e ainda falta convergência na literatura. Este artigo busca identificar os fatores convergentes do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia. O método utilizado foi o bibliométrico. Realizou-se uma análise fatorial (*software Bibexcel*) e o teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) (*software SPSS*). A matriz de citações e cocitações resultou em 86 artigos, distribuídos em 3 fatores, conforme análise de similitude (*software Iramuteq*). A principal contribuição da pesquisa foi a identificação de três fatores convergentes, a saber: (fator 1) o papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (fator 2) a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria; por fim, (fator 3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

Palavras chaves: Redes de cooperação tecnológica; Biotecnologia; Bibliometria; Análise de citação e cocitações.

1 Introdução

Tem sido crescente as evidências da importância dos mecanismos de cooperação entre as empresas frente a dinâmica das inovações tecnológicas. As pesquisas têm demonstrado que não são suficientes as abordagens centradas exclusivamente nas competências internas das empresas, especialmente no caso das atividades onde são maiores a complexidade científica e tecnológica, bem como a frequência da inovação (Côrtes, Pinho, Fernandes, Smolka, & Barreto, 2005).

A interação entre os vários atores que compõem a cooperação pode ser analisada sob diversas óticas. Dentre os objetos de análise sobre o tema, estão a cooperação: de empresas (Costa, Porto, & Feldhaus, 2010; Schreiber *et al.*, 2013), de universidades (Santana & Porto, 2009), de institutos de pesquisa (Oliveira & Telles, 2011), de núcleos de inovação tecnológica (Desiderio & Zilber, 2014; Dias & Porto, 2014), de parques científicos (Novelli & Segatto, 2012), de sistemas regionais de inovação (Santos, Sbragia, & Toledo, 2012) e de sistemas nacionais de inovação (Lopes, 2007; Cunha *et al.*, 2017; Gadelha *et al.*, 2013).

A cooperabilidade, por sua vez, requer ainda procedimentos de gerenciamento que devem ser desenvolvidos e comumente aceitos, implementados e flexibilizados pelos parceiros, resultando em aptidões e competências não só tecnológicas, mas de gestão da capacidade relacional (Costa, Porto, & Feldhaus, 2010).

De acordo com Dyer e Singh, (1998), as ligações interfirmas podem ser uma fonte de ganhos relacionais e vantagem competitiva. Para Lado, Paulraj e Chen, (2011) a obtenção de ganhos relacionais e de vantagem competitiva depende diretamente do desenvolvimento e da manutenção de competências relacionais.

Com o objetivo potencializar a inovação tecnológica e ampliar os horizontes de cooperação além das empresas, Leydesdorff e Etzkowitz (1997) ampliam o escopo da cooperação e propõem o conceito da “Hélice Tripla” em que a cooperação entre indústria, governo e universidade desempenha um papel fundamental em sociedades baseadas cada vez mais no conhecimento (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

No que tange a cooperação universidade-empresas (U-E), Schartinger *et al* (2012) a define como um conjunto de interações que visam a produção de conhecimento, envolvendo relações diretas entre empresas ou grupo de empresas e universidades, como as redes de cooperação

tecnológica. Neste aspecto, Santoro e Gopalahrishnam (2000) destacam que é necessário a institucionalização do conhecimento nas relações cooperativas para que se efetive um fluxo contínuo na aquisição deste conhecimento, pois o processo de troca e aquisição de conhecimento são influenciados tanto pelos aspectos organizacionais como, estrutura organizacional e cultura, quanto pelas características do conhecimento como apropriação e transferência em rede do conhecimento tácito para o explícito .

Vale destacar que o setor de biotecnologia é um contexto de análise muito fortuito à formação de redes de cooperação devido as características próprias que o segmento apresenta. Não somente na transformação do conhecimento científico biotecnológico em novas tecnologias a partir da cooperabilidade, mas também pela multidisciplinaridade de conhecimentos que são necessários ao desenvolvimento dos produtos e processos biotecnológicos, culminando no crescimento tecnológico e socioeconômico de diversas nações. Powell, Koput e Smith-Doer, (1996) ao analisarem o setor de Biotecnologia verificaram que, como estas indústrias estão baseadas no conhecimento multidisciplinar e guardam características de trabalho em rede e de expansão no mercado internacional, as fontes de *expertise*, estão muito dispersas e nestes casos o “*locus*” da inovação será melhor encontrado na modalidade de redes de cooperação do que nas organizações individuais.

Vale adicionar que Estrella e Bataglia (2013) constataram que as empresas de biotecnologia tendem a desenvolver um sistema complexo e dinâmico de redes de cooperação, estas formadas por: universidades, institutos de pesquisa, fundos de investimento, agências governamentais, laboratórios farmacêuticos e outras empresas de biotecnologia.

Adicionalmente, Frenken, Ponds e Van Oort (2010) utilizaram a contagem de patentes para caracterizar as redes de cooperação entre empresas e universidades. Os autores averiguaram que o impacto desta cooperação para a inovação não é mediado somente pela proximidade dos atores, mas também pelas redes resultantes da cooperação entre universidade e indústria. Hall, Jaffe e Trajtenberg (2005), por sua vez, concluíram que as patentes são indicadores de produção tecnológica e uma janela para a mudança tecnológica.

Diante do exposto, nota-se que entre estudiosos o termo “Redes de Cooperação Tecnológica em Biotecnologia” tem se tornado cada vez mais difundido, no entanto o conceito vem de diferentes campos teóricos e ainda falta convergência na literatura, emergindo a seguinte pergunta: Quais os principais fatores de congruência do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia? Dessa forma, este artigo busca identificar os fatores convergentes do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia. Par tal, o método utilizado foi o bibliométrico a partir do levantamento da produção científica dos autores mais influentes e suas respectivas correlações, identificando as principais bases conceituais que ajudaram na formação do campo conceitual sobre “redes de cooperação tecnológica em biotecnologia”.

Busca-se com este trabalho contribuir para a congruência conceitual do campo das “redes de cooperação tecnológica em biotecnologia”, mediante a classificação dos principais fatores congruentes, auxiliando os pesquisadores na identificação das principais escolas de pensamento que construíram a base teórico-conceitual. Os pesquisadores poderão também encontrar neste trabalho uma estrutura de pesquisa ordenada e sistêmica para posterior replicação, proporcionando um prévio direcionamento no intuito de colaborar para as futuras pesquisas.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: A primeira parte, referente a introdução, contemplou as principais características da cooperação tecnológica e redes, na segunda parte, encontra-se o referencial teórico com os fundamentos das redes de cooperação tecnológica, o setor de biotecnologia e a bibliometria. A terceira parte contempla a metodologia. A quarta parte, apresenta a discussão e análise dos resultados, e na quinta e última fase, a conclusão com suas implicações para a teoria, identificando as limitações do estudo e os possíveis caminhos para investigações futura.

2 Referencial Teórico

As redes de cooperação tecnológica surgem como um elemento essencial, que permite às organizações compartilharem suas competências e contribuem para o desenvolvimento de tecnologias de forma mais rápida e intensiva. (Balestrin & Verschoore, 2016).

Os estudos de Bengtsson e Sölvell (2004), demonstram que a intensidade de interação de uma rede está positivamente correlacionada à geração de inovações. As evidências indicam que as empresas que não estão engajadas em cooperação e trocas de conhecimento limitam sua base de conhecimento e reduzem sua capacidade de participar de relações interorganizacionais (Pittaway, Robertson, Munir, & Denyer, 2004).

As redes de cooperação emergiram no campo organizacional com o objetivo de reunir atributos que permitam as empresas se adaptarem ao ambiente competitivo e dinâmico, Thompson e Thompson (2003), contribuindo para que combinem e integrem conhecimentos e competências complementares (Ahuja, 2000), e conquistem vantagem competitiva (Arya & Lin, 2007)

Belderbos, Carree e Lokshin (2006) observaram que o engajamento das empresas em múltiplas redes de cooperação pode representar uma complementaridade dos projetos de modo a beneficiar as escolhas estratégicas das empresas para a inovação.

Tödting, Lehner e Kaufmann (2009), por sua vez, indicam que diferentes tipos de inovação se baseiam em diferentes tipos de insumos do conhecimento e que, uma rede de cooperação universidade-empresa geralmente procura desenvolver inovações mais radicais.

O modelo da Hélice Tríplice desenvolvido por Etzkowitz (1993) e Etzkowitz e Leydesdorff (1995) tem evidenciado um novo entendimento acerca da relação ente empresas e universidades colocando o governo como um outro ator na rede de cooperação para a geração de inovações.

O setor de biotecnologia é terreno fértil para a formação de redes de cooperação tecnológica e apresenta expressivas taxas de crescimento, o que faz com que tal setor assuma papel importante do ponto de vista das estratégias de consolidação da economia baseada no conhecimento, por promover a competitividade, alavancar o crescimento em rede e criar empregos especializados (Barbosa & Paula, 2016).

A moderna biotecnologia está caracterizada pela complexibilidade e multidisciplinaridade dos conhecimentos envolvidos e pela elevada dependência em pesquisa básica, sem contar os altos riscos compreendidos no desenvolvimento de uma nova descoberta. Dessa forma, o desenvolvimento do setor de biotecnologia está diretamente relacionado com o estabelecimento de parcerias interorganizacionais e, portanto, a formação de redes de cooperação, que permitem que as empresas e demais instituições participantes da rede tenham acesso a fontes de conhecimento específicos (Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996).

Demirkan e Demirkan (2012) constataram que a heterogeneidade de conhecimento da rede, a partir das diferentes características dos atores integrantes e a força das relações entre eles afetam diretamente o desempenho da inovação em empresas de biotecnologia. Powell et al (1996) também observaram em suas pesquisas o mesmo fenômeno, ou seja, os diferentes tipos de acordo ou relações que as empresas no setor de biotecnologia possam a vir estabelecer afetam diretamente o desempenho da inovação.

As redes de cooperação tecnológica são fundamentais para empresas do setor de biotecnologia, dada a natureza competitiva e intensiva do conhecimento, tornando a rede uma das principais fontes de novos conhecimentos (Pisano, 2006). A biotecnologia é caracterizada, portanto, como sendo um setor no qual os processos de desenvolvimento científico e de produto são colaborativos (Oliver, 2004), além disso, a pesquisa científica em empresas de biotecnologia é cada vez mais conduzida por relacionamentos baseados em rede (Katz & Hicks, 1997).

3 Metodologia

A bibliometria pode ser definida como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias (Pritchard, 1969), que tem como objetivo apresentar índices de produção e de disseminação do conhecimento científico (Araújo, 2006), e que podem colaborar na tarefa de sistematizar as pesquisas realizadas em uma determinada área do conhecimento, direcionando problemas a serem investigados em pesquisas futuras (Chueke & Amatucci, 2015).

No campo das ciências sociais aplicadas, os estudos bibliométricos buscam também examinar a produção de artigos em um determinado campo do conhecimento, mapeando as comunidades acadêmicas e identificando as redes de pesquisadores e suas motivações (Okubo, 1997). Portanto, trata-se de uma técnica de pesquisa que permite a mensuração da produção científica (Nederhof, 2006), possibilitando contar, a partir de análises das publicações, citações e co-citações (Cronin, 2001).

Inúmeras pesquisas foram realizadas no sentido de analisar sistematicamente um campo científico, traçar a sua evolução histórica, mapear sua estrutura intelectual e avaliar seus pontos fortes e fracos (Nerur, Rasheed, & Natarajan, 2008; Shafique, 2013; Pilkington & Meredith, 2009), nesta direção as técnicas bibliométricas têm sido utilizadas para realizar estudos dessa natureza.

A análise de cocitações de autores revela padrões de associação entre os autores com base em suas frequências de cocitações, o que possibilita a compreensão da evolução de uma disciplina acadêmica (White & McCain, 1998), como também pode indicar grupos de pesquisa, que tendem a compartilhar temas teóricos e metodológicos comuns (Small & Garfield, 1985). As citações de autores seminais proporcionam uma base para desvendar os padrões complexos de associações que existem entre eles, detectando as mudanças nas correntes intelectuais que ocorrem ao longo do tempo (Nerur *et al.*, 2008).

O estudo de citações, ao passo que recupera as fontes de consulta a respeito de trabalhos anteriores, tornou-se um método de mapeamento para o desenvolvimento da ciência, porém para se compreender de fato a pesquisa bibliométrica, é importante o conhecimento das três principais que caracterizam estes estudos: (a) Lei de Loka: que se refere ao cálculo de produtividade dos autores, (b) Lei de Bradford: que se refere a dispersão dos autores em diferentes periódicos e (c) Lei de Zipf: que se refere a frequência de palavras em determinado texto (Nerur *et al.*, 2008).

É importante também que o pesquisador possua domínio de conhecimento sobre o tema a ser pesquisado para que se possa definir adequadamente a “expressão de busca”. Por fim, é necessário definir os filtros da busca: período da pesquisa (ano), área e subárea, se serão buscados somente artigos publicados em periódicos ou não e por fim o idioma da publicação.

As bases de dados mais utilizadas para pesquisas bibliométricas são *Web of Science* (Thomson Reuters) e a *Scopus* (Elsevier), ambas possuem praticamente a mesma cobertura e estão preparadas para pesquisas bibliométricas, trazendo as principais informações como: relevância dos periódicos, número de citações de cada artigo, autores mais citados etc. Nesta pesquisa optou-se por utilizar a base de dados *Web of Science*, uma vez que contempla os periódicos de Administração com maior fator de impacto.

Diante disso, esse artigo foi desenvolvido a partir de um estudo bibliométrico, ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento (Guedes & Borschiver, 2005). A bibliometria se mostrou apropriada para esta pesquisa, pois permitiu identificar as principais publicações considerando o campo do conhecimento pesquisado ao longo do período determinado, demonstrando os principais fatores congruentes de um dado campo conceitual e as relações entre eles (Pilkington & Meredith, 2009). A figura 1 representa as etapas utilizadas para a realização dessa pesquisa:

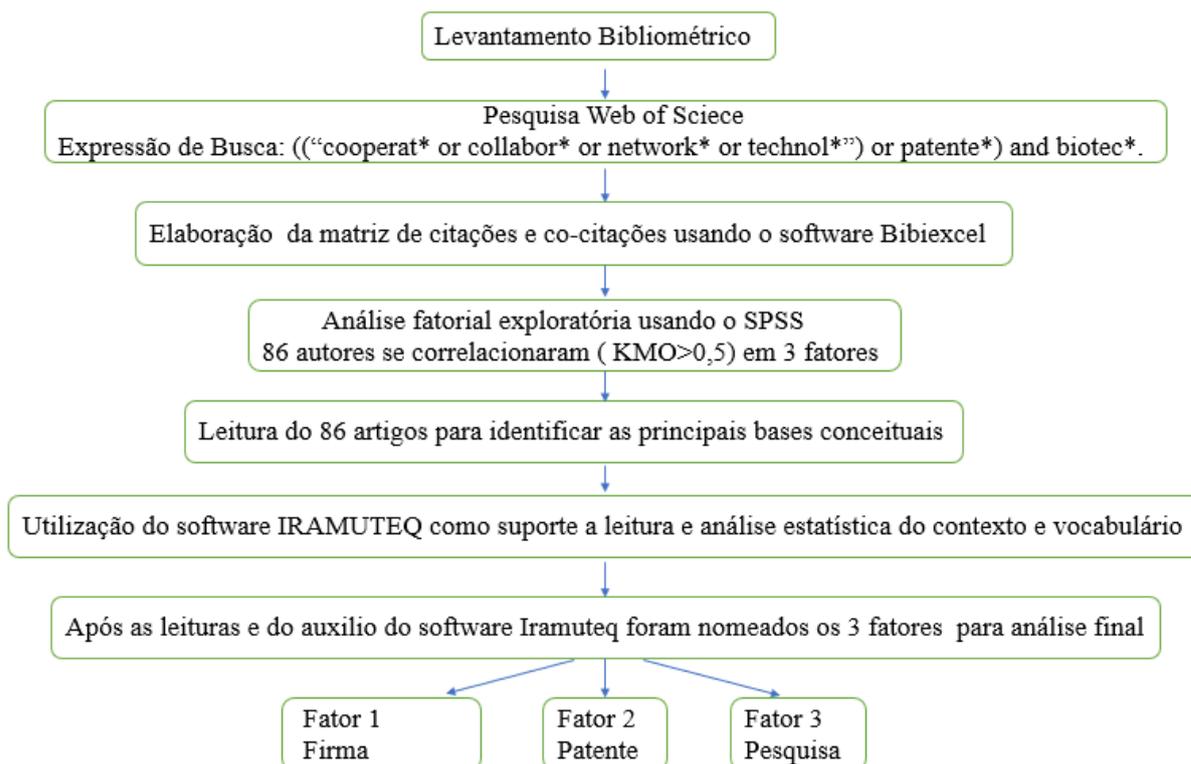


Figura 1: Desenho da pesquisa
Fonte: Elaborado pelos autores.

Seguindo o protocolo de Quevedo-Silva, Santos, Brandão e Vils (2016), foi realizada uma busca no portal de periódicos *Web of Scince* com o seguinte termo de busca: (('cooperat* or collabor* or network* or technol*') or patente*) and biotec*. As palavras chave que formaram a expressão de busca foram escolhidas por representarem de forma mais precisa o campo conceitual que se pretendia pesquisar: redes de cooperação tecnológica em biotecnologia. Vale ressaltar, que neste processo de decisão para se determinar a melhor expressão de busca, que retornaria com os artigos que melhor estivessem abordando o campo conceitual selecionado, teve-se a colaboração e participação de pares da academia, bem como especialistas da área temática.

Foram utilizados ainda os seguintes filtros: período de 1988 a 2019, bem como a modalidade dos trabalhos: artigos científicos concentrados na categoria editorial *business e management*.

A busca resultou em 365 artigos, sendo possível extrair os artigos mais citados, autores mais importantes e períodos de maior influência. Além disso, foi elaborada a matriz de citações e co-citações usando o software Bibiexcel para que se pudesse fazer as análises fatoriais exploratórias. A análise fatorial exploratória é uma técnica de redução de dados que se baseia na correlação entre casos ou observações a fatores comuns. Os fatores encontrados indicam a convergência de autores para um determinado tema, assunto ou problema. Na análise da matriz de co-citações, os autores que se citam e se correlacionam formam um fator que pode determinar um campo de estudo (Quevedo-Silva, Santos, Brandão, & Vils, 2016).

Seguindo os procedimentos recomendados por Hair et al (2005) foram extraídos três fatores principais com 86 autores se correlacionando, conforme demonstrado na tabela 1. Todos os autores envolvidos nesta extração estavam com o KMO acima de 0,5. O teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) é um método estatístico que indica a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as outras variáveis, ou seja, se pode atribuir a um fator comum.

Após a leitura dos 86 artigos que integraram a matriz de citações e co-citações e para auxiliar na análise de cada um dos 3 fatores identificados, foi utilizado o software Iramuteq. Este software apresentou-se como uma ferramenta de apoio muito útil nesta etapa da pesquisa, pois por meio dele foi possível observar e analisar os diferentes tipos de dados textuais, desde as mais simples, como a lexicografia básica (cálculo de frequência de palavras), até análises multivariadas (classificação hierárquica descendente, análises de similitude). O software Iramuteq também possibilitou a organização e a distribuição do vocabulário de forma facilmente compreensível e visualmente clara (análise de similitude e nuvem de palavras).

4 Resultados e Discussões

A análise cronológica ao longo de 31 anos (de 1988 a 2019) do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica foi apropriada, pois apesar do termo ter surgido com os estudos seminais de Stepanenko, (1959), que abordou o desenvolvimento científico e tecnológico entre países socialistas, e com Pfaltzgraff & Deghand (1968), que estudaram a colaboração tecnológica entre países europeus, foi somente a partir da década 1990 que começaram a surgir os primeiros estudos com as perspectivas contemporâneas atuais sobre redes de cooperação tecnológica. Destaca-se a teoria sobre estratégia para cooperação interorganizacional proposta por Hagedoorn (1993), onde o autor afirma que a cooperação entre empresas tem como motivadores principais os interesses em pesquisa básica e aplicada ou está associada à uma estratégia em rede de acesso a mercados.

Considerando a evolução científica do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica ao longo de 31 anos (de 1988 a 2019), pode-se observar na figura 2 a soma dos números de citações e média por item dos autores. A figura 3 apresenta o número de publicações por ano, particularmente no período de 1999 a 2018, período este de maior produção no campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica. Por fim, na figura 4 o número de citações por ano, particularmente no período de 2000 a 2019, período este de maior quantidade de citações no campo conceitual alvo da pesquisa.

Evolução científica do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica (de 1988 a 2019)	Quantidade
Resultados encontrados (número de artigos)	365
Soma do número de citações	14.342
Média de citações por item	39,19
h-index	55

Figura 2: Dados sumarizados da pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa.

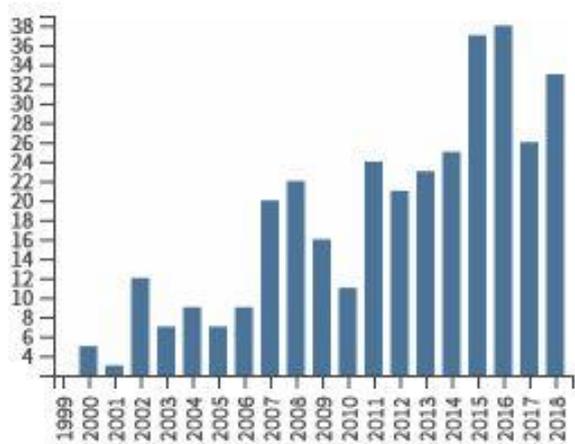


Figura 3: Artigos publicados por ano, considerando o campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica (de 1999 a 2018).

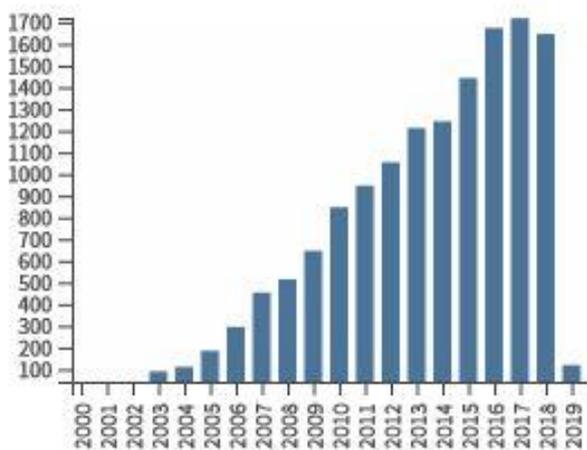


Figura 4: Citações por ano, considerando o campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica (de 2000 a 2019).

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na figura 3, pode-se constatar um relativo crescimento das publicações ao longo dos anos (1999 a 2010) no campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica, e mesmo após algumas oscilações, voltou a crescer em um novo ciclo (de 2011 a 2018). Com relação ao número de citações estabelecidas por ano (figura 4), observa-se uma trajetória de crescimento, demonstrando que o crescente impacto e relevância das pesquisas científicas sobre redes de cooperação tecnológica, com destaque para o período de 2003 a 2018.

Além dos evoluções científica do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica (de 1988 a 2019), no que tange ao crescente número de artigos publicados, bem como suas citações, foi também elaborada a matriz de citações e co-citações (tabela 1), usando o software Bibiexcel para que se pudesse fazer as análises fatoriais exploratórias. Sendo assim, foram extraídos três fatores principais, com 86 autores se correlacionando, conforme demonstrado na tabela 1. Todos os autores envolvidos nesta extração estavam com o KMO acima de 0,5.

	Matriz (Autores)	Fatores		
		1	2	3
1	Ahuja G, 2000	,809		
2	Ahuja G, 2001	,761		
3	Almeida P, 1999	,698		
4	Arora A, 1990	,810		
5	Baum J, 2000	,825		
6	Burt R, 1992	,690		
7	Decarolis D, 1999	,740		
8	Dosi G, 1988	,507		
9	Dyer J, 1998	,791		
10	Griliches Z, 1990	,651		
11	Hagedoorn J, 1993	,859		
2	Hausman J, 1984	,680		
13	Henderson R, 1996	,661		
14	Jaffe A, 1986	,673		
15	Jaffe A, 1993	,556		
16	Lane P, 1998	,814		
17	Levin R, 1987	,719		
18	Levitt B, 1988	,716		
19	Mowery D, 1996	,818		
20	Owen-Smith J, 2004	,650		
21	Penrose E, 1959	,741		
22	Pisano G, 1990	,680		
23	Powell W, 1996	,640		
24	Rosenkopf L, 2003	,647		
25	Rothaermel F, 2004	,758		
26	Schilling M, 2007	,684		
27	Schumpeter J, 1934	,639		
28	Shan W, 1994	,834		
29	Stuart T, 1999	,740		
30	Stuart T, 2000	,813		
31	Teece D, 1986	,491		
32	Teece D, 1997	,721		
33	Ahuja G, 2001		,854	
34	Albert M, 1991		,799	
35	Alcacer J, 2006		,730	
36	Alcacer J, 2009		,855	
37	Barney J, 1991		,636	
38	Chesbrough H, 2003		,509	
39	Cohen W, 1990		,558	
40	Dosi G, 1982		,634	
41	Fleming L, 2001		,775	
42	Fleming L, 2004		,630	

43	Grant R, 1996			,628
44	Hall B, 2005			,731
45	Harhoff D, 1999			,671
46	Henderson R, 1990			,676
47	Henderson R, 1994			,613
48	Jaffe A, 2002			,762
49	Katila R, 2002			,788
50	Kogut B, 1992			,638
51	Lanjouw J, 2004			,811
52	Laursen K, 2006			,565
53	Leonard B. D, 1992			,713
54	Lerner J, 1994			,735
55	Levinthal D, 1993			,651
56	March J, 1991			,733
57	Nelson R, 1982			,700
58	Phene A, 2006			,861
59	Rosenkopf L, 2001			,735
60	Rothaermel F, 2008			,732
61	Sorensen J, 2000			,793
62	Stuart T, 1996			,705
63	Trajtenberg M, 1990			,698
64	Trajtenberg M, 1997			,808
66	Tushman M, 1986			,675
66	Zahra S, 2002			,635
67	Arora A, 1994			,644
68	Audretsch D, 1996			,746
69	Cockburn I, 1998			,788
70	Cohen W, 2002			,779
71	Dasgupta P, 1994			,866
72	Gittelman M, 2003			,547
73	Hicks D, 1995			,837
74	Jensen R, 2001			,833
75	Liebeskind J, 1996			,660
76	Mansfield E, 1991			,703
77	Mansfield E, 1995			,761
78	Mcmillan G, 2000			,793
79	Mowery D, 2001			,699
80	Murray F, 2002			,782
81	Narin F, 1997			,621
82	Stern S, 2004			,791
83	Thursby J, 2002			,763
84	Zucker L, 1998			,695
85	Zucker L, 1998			,598
86	Zucker L, 2002			,764

Tabela 1: Matriz Fatorial.
Fonte: Dados da pesquisa.

4.1 Fator 1: Firma

Com relação aos 32 autores identificados no primeiro fator e também após a leitura analítica dos artigos, o fator 1 foi nomeado de “firma”, pois é a palavra com maior preponderância e mais representativa dentre os artigos que representam o fator 1 (tabela 1), ao qual foi possível atestar com o apoio do software Iramuteq, a partir da *análise de similitude*, conforme demonstrado na figura 1. O gráfico de similitudes se baseia na teoria dos grafos, possibilitando identificar as coocorrências entre as palavras e seu resultado trazendo indicações da conectividade entre as palavras (Pinto, Mazieri, & Vils, 2017).

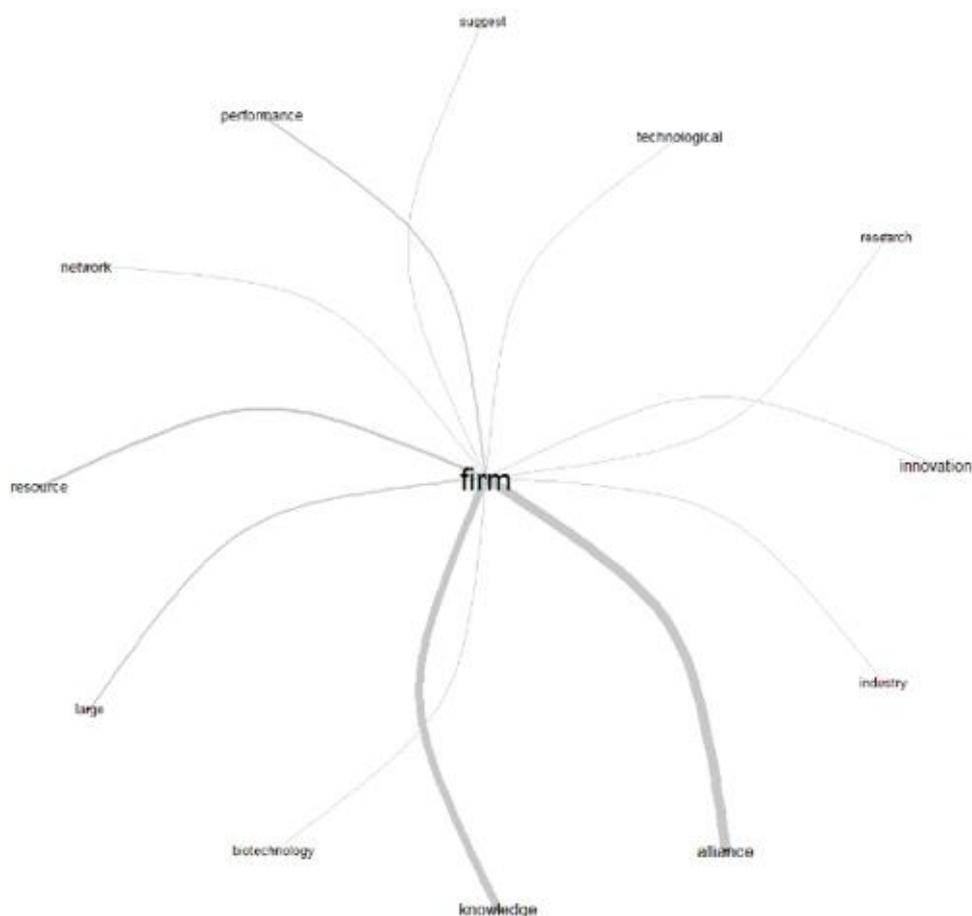


Figura 5: Gráfico de similitudes do Iramuteq para o fator 1 “Firma”.
Fonte: Dados da pesquisa.

Ahuja e Katila (2001), autores pertencentes do fator 1, comenta que em redes de cooperação, a base do conhecimento adquirida com outros parceiros melhora o desempenho da inovação na firma. Mowery, Oxley e Silverman (1996), também integrantes do fator 1, concluíram que a “sabedoria recebida” pela firma contribui para promover maior transferência de conhecimento em rede. Os achados de Schilling e Phelps (2007) revelaram também que as redes influenciam na criação do conhecimento na firma e Rosenkopf e Almeida (2003), por sua vez, constataram que a formação de redes facilita a informação e faz o conhecimento fluir no âmbito da firma.

De forma complementar, Narin, Hamilton e Olivastro (1997) concluíram que quando há apoio governamental para as pesquisas científicas há um crescimento no nível de patenteamento. Na pesquisa dos referidos autores foi evidenciado que 77% dos artigos citados por patentes nas indústrias dos E.U.A são de autoria das universidades ou outras instituições governamentais, enquanto que somente 23% são de autoria de pesquisadores pertencentes a indústria.

O estudo de McMillan, Narin e Deeds (2000) também revelou que as indústrias de biotecnologia são muito mais dependentes da pesquisa científica pública do que em outras indústrias. De forma contributiva, Cohen, Nelson e Walsh (2002) avaliaram em suas pesquisas o papel que a pesquisa pública realizada pelas Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (IC&T) desempenha na pesquisa e no desenvolvimento industrial, como também os caminhos pelos quais esse efeito é exercido. Foi constatada que a pesquisa pública é crítica e tem forte impacto para a o P&D das indústrias. Cockburn e Henderson (1998) também evidenciaram em suas pesquisas uma significativa conectividade entre a pesquisa pública e privada e que a pesquisa privada, por sua vez, também traz retornos para as pesquisas públicas.

Sendo assim, pode-se averiguar que o fator 3 compartilha de temas e conceitos que estão correlacionados com as bases conceituais sobre a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

5 Conclusão

O objetivo dessa pesquisa foi identificar os fatores convergentes do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia, para tal, o método utilizado foi o bibliométrico. Os resultados apresentados por esta pesquisa demonstram evidências que sustentam a congruência de frentes de investigação no campo conceitual das redes de cooperação tecnológica.

Sendo assim, a principal contribuição da pesquisa foi a identificação de três fatores convergentes no campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia, a saber: (fator 1) o papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (fator 2) a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria; e, por fim, (fator 3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

Cabe adicionar que o setor de biotecnologia tem a pesquisa (fator 3) como ponto determinante para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos e processos no âmbito da firma (fator 1), principal motor das redes de cooperação. Além disso, devido a demanda por inovação ser fator crucial para que as empresas de biotecnologia conquistem vantagem competitiva, a patente (fator 2) surge como um ativo valioso neste processo, garantindo a propriedade sobre a invenção biotecnológica. Neste aspecto, conceber a pesquisa como uma atividade em rede (fator 3) no setor de biotecnologia é fundamental para que a firma (fator 1), as universidades, os institutos de ciência e tecnologia e o governo se relacionem da forma mais eficaz possível na busca por novos conhecimentos, novas tecnologias ou recursos complementares, objetivando eficiência em seus processos e excelência organizacional.

Sendo assim, a pesquisa alcança seu objetivo a partir da proposta de identificar os fatores convergentes do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia, encontrando os três principais fatores que consubstanciam a congruência do desenvolvimento do tema nos últimos 31 anos (de 1988 a 2019). Porém, a presente pesquisa ficou limitada no setor de biotecnologia pelos motivos já expostos. É justamente por esta limitação e pela importância

que a cooperação tecnológica tem para as empresas na atualidade, que sugere-se abordar o tema redes de cooperação tecnológica em outros segmentos.

Referências

- Ahuja, G. (2000). The duality of collaboration: Inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages. *Strategic management journal*, 21(3), 317-343.
- Ahuja, G., & Katila, R. (2001). Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic management journal*, 22(3), 197-220.
- Albert, M. B., Avery, D., Narin, F., & McAllister, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. *Research policy*, 20(3), 251-259.
- Alcácer, J., Gittelman, M., & Sampat, B. (2009). Applicant and examiner citations in US patents: An overview and analysis. *Research Policy*, 38(2), 415-427.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management science*, 45(7), 905-917.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, 12(1), 11-32.
- Arya, B., & Lin, Z. (2007). Understanding collaboration outcomes from an extended resource-based view perspective: The roles of organizational characteristics, partner attributes, and network structures. *Journal of management*, 33(5), 697-723.
- Balestrin, A., & Verschoore, J. (2016). *Redes de Cooperação Empresarial-: Estratégias de Gestão na Nova Economia*. Bookman Editora.
- Barbosa, f. v., & Paula, h. c. (2016). redes de inovação em biotecnologia: relações de parceria e cooperação entre os atores.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Bengtsson, M., & Sölvell, Ö. (2004). Climate of competition, clusters and innovative performance. *Scandinavian Journal of Management*, 20(3), 225-244.
- Cockburn, I. M., & Henderson, R. M. (1998). Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *The Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Cronin, B. (2001). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information science*, 27(1), 1-7.
- Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao fórum. *Internext*, 10(2), 1-5.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science*, 48(1), 1-23.
- Côrtes, M. R., Pinho, M., Fernandes, A. C., Smolka, R. B., & Barreto, A. L. (2005). Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 85-94.
- Demirkan, I., & Demirkan, S. (2012). Network characteristics and patenting in biotechnology, 1990-2006. *Journal of Management*, 38(6), 1892-1927.
- Da Costa, P. R., Porto, G. S., & Feldhaus, D. (2010). Gestão da cooperação empresa-universidade: o caso de uma multinacional brasileira. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(1), 100-121.
- Da Cunha Lemos, D., & Cario, S. A. F. (2017). Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina. *REGE-Revista de Gestão*, 24(1), 45-57.

- DeCarolis, D. M., & Deeds, D. L. (1999). The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry. *Strategic management journal*, 20(10), 953-968.
- De Paula Santana, É. E., & Porto, G. S. (2009). E agora, o que fazer com essa tecnologia? Um estudo multicasco sobre as possibilidades de transferência de tecnologia na USP-RP. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(3), 410-429.
- Desidério, P. H. M., & Zilber, M. A. (2014). Barreiras no processo de transferência tecnológica entre agências de inovação e empresas: observações em instituições públicas e privadas. *Revista Gestão & Tecnologia*, 14(2), 101-126.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2014). Como a USP transfere tecnologia? *Organizações & Sociedade*, 21(70), 489-507.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2013). Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, 17(3), 263-284.
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of management review*, 23(4), 660-679.
- Estrella, A., & Bataglia, W. (2013). A influência da rede de alianças no crescimento das empresas de biotecnologia de saúde humana na indústria brasileira. *Organizações & Sociedade*, 20(65).
- Etzkowitz, H. (1993). Enterprises from science: The origins of science-based regional economic development. *Minerva*, 31(3), 326-360.
- Etzkowitz, H. (2013). Anatomy of the entrepreneurial university. *Social Science Information*, 52(3), 486-511.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Fleming, L., & Sorenson, O. (2004). Science as a map in technological search. *Strategic Management Journal*, 25(8-9), 909-928.
- Frenken, K., Ponds, R., & Van Oort, F. (2010). The citation impact of research collaboration in science-based industries: A spatial-institutional analysis. *Papers in regional science*, 89(2), 351-271.
- Guedes, V. L., & Borschiver, S. (2005). Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *Encontro Nacional de Ciência da Informação*, 6(1), 18.
- Hair, J., Babin, B., Money, A., & Samouel, P. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Bookman Companhia Ed.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, 16-38.
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic management journal*, 14(5), 371-385.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and statistics*, 81(3), 511-515.
- Hussler, C., & Ronde, P. (2009). Investing in networking competences or establishing in hot spots? The innovation dilemma. *Journal of technology management & innovation*, 4(4), 1-13.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), 577-598.
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. MIT press.

- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240-259
- Katz, J. S., & Hicks, D. (1997). How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model. *Scientometrics*, 40(3), 541-554.
- Lado, A. A., Paulraj, A., & Chen, I. J. (2011). Customer focus, supply-chain relational capabilities and performance: evidence from US manufacturing industries. *The International Journal of Logistics Management*, 22(2), 202-221.
- Lerner, J. (1994). The importance of patent scope: an empirical analysis. *The RAND Journal of Economics*, 319-333.
- McMillan, G. S., Narin, F., & Deeds, D. L. (2000). An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. *Research policy*, 29(1), 1-8.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., & Silverman, B. S. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic management journal*, 17(S2), 77-91.
- Narin, F., Hamilton, K. S., & Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between US technology and public science. *Research policy*, 26(3), 317-330.
- Nederhof, A. J. (2006). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66(1), 81-100.
- Nerur, S. P., Rasheed, A. A., & Natarajan, V. (2008). The intellectual structure of the strategic management field: An author co-citation analysis. *Strategic Management Journal*, 29(3), 319-336.
- Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 9(1), 81-105.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems.
- Nederhof, A. J. (2006). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66(1), 81-100.
- Oliveira, J. F. G. D., & Telles, L. O. (2011). O papel dos institutos públicos de pesquisa na aceleração do processo de inovação empresarial no Brasil. *Revista USP*, (89), 204-217.
- Marklund, G., Vonortas, N. S., & Wessner, C. W. (Eds.). (2009). *Innovation Imperative: National Innovation Strategies in the Global Economy*. Edward Elgar Publishing.
- Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 9(1), 81-105.
- Oliver, A. L. (2004). Biotechnology entrepreneurial scientists and their collaborations. *Research Policy*, 33(4), 583-597.
- Pfaltzgraff, R. L., & Deghand, J. L. (1968). European Technological Collaboration: The Experience of the European Launcher Development Organization (ELDO). *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 7(1), 22-34.
- Pilkington, A., & Meredith, J. (2009). The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of operations management*, 27(3), 185-202.
- Pinto, J. C., Mazieri, M. R., & Vils, L. (2017). Análise léxica automatizada em administração de empresas. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE*, 1-12.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research policy*, 35(8), 1122-1130.
- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International journal of management reviews*, 5(3-4), 137-168.

- 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*, 116-145.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349
- Quevedo-Silva, F., Santos, E. B. A., Brandão, M. M., & Vils, L. (2016). Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 15(2), 246-262.
- Rosenkopf, L., & Almeida, P. (2003). Overcoming local search through alliances and mobility. *Management science*, 49(6), 751-766.
- Santoro, M. D., & Gopalakrishnan, S. (2000). The institutionalization of knowledge transfer activities within industry–university collaborative ventures. *Journal of Engineering and technology management*, 17(3-4), 299-319.
- Santos, S. C.; Sbragia, R.; Toledo, G. O modelo da Hélice Tríplice no desenvolvimento de um Arranjo Produtivo Local de micro e pequenas empresas de base tecnológica. *Revista Científica da FAI*, v.12, n.1, p.66-84, 2012.
- Schartinger, D., Rammer, C., & Fröhlich, J. (2006). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. In *Innovation, networks, and knowledge spillovers* (pp. 135-166). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Shafique, M. (2013). Thinking inside the box? Intellectual structure of the knowledge base of innovation research (1988–2008). *Strategic Management Journal*, 34(1), 62-93.
- Small, H., & Garfield, E. (1985). The geography of science: disciplinary and national mappings. *Journal of information science*, 11(4), 147-159.
- 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.
- Sorensen, J. B., & Stuart, T. E. (2000). Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative science quarterly*, 45(1), 81-112.
- Tödttling, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29(1), 59-71.
- Viana, F., Barros No, J., & Añez, M. (2014). Gestão da cadeia de suprimento e vantagem competitiva relacional nas indústrias têxtil e de calçados. *Gestão & Produção*, 21(4), 836-852.
- Sampat, B. N., Mowery, D. C., & Ziedonis, A. A. (2003). Changes in university patent quality after the Bayh–Dole act: a re-examination. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1371-1390.
- Stepanenko, M. G. (1959). Methods of Improving Glass-Melting Tank Furnaces [in Russian], Gosstroizdat (1960); KK Vilnis and MG Stepanenko. *Steklo i Keramika*, (3).
- Thompson, G., & Thompson, G. F. (2003). *Between hierarchies and markets: the logic and limits of network forms of organization*. Oxford University Press on Demand.
- White, H. D., & McCain, K. W. (1998). Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972–1995. *Journal of the American society for information science*, 49(4), 327-355.
- Zitt, M., & Bassecoulard, E. (2004). Internationalisation in science in the prism of bibliometric indicators. In *Handbook of quantitative science and technology research* (pp. 407-436). Springer, Dordrecht.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. (1998). Geographically localized knowledge: spillovers or markets? *Economic Inquiry*, 36(1), 65-86.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. S. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management science*, 48(1), 138-153.