

MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE REDES DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE BIOTECNOLOGIA: UM ESTUDO BASEADO EM BIBLIOMETRIA

João Marcos Silva De Almeida - UNINOVE – Universidade Nove de Julho

Priscila Rezende Da Costa - UNINOVE – Universidade Nove de Julho

Resumo

O presente estudo tem como objetivo mapear a produção científica sobre o tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia. Busca-se com esta pesquisa contribuir para entender a relação, direção e intensidade da cooperação existente entre os países, empresas, universidades e pesquisadores. O método de análise utilizado foi o bibliométrico. Para a construção das redes bibliométricas utilizou-se os softwares Gephi e VosViewer. A partir dos resultados obtidos observou-se que a relação de cooperação é realmente uma prática utilizada por empresas de biotecnologia devido as características próprias do setor. A direção das empresas é na busca de recursos que complementem suas habilidades e competências. As universidades são um importante ator nesse ecossistema cooperativo. As patentes geradas podem ser um indicador da intensidade alcançada na relação de cooperação, pois é o resultado tangível de todo esforço cooperativo, contribuindo para vantagem competitiva dessas empresas. Os Estados Unidos é um grande hub com extensa rede de cooperação global e uma forte atuação na publicação de artigos científicos. Inglaterra e Alemanha se destacam na Europa. Espera-se que este trabalho possa contribuir para os pesquisadores que se dedicam ao tema, bem como ao avanço do conhecimento científico no setor de biotecnologia

Palavras-chave: Redes de cooperação tecnológica; Biotecnologia; Bibliometria; Análise de citação e cocitações**Abstract**

The present study aims to map scientific production on the topic “technological cooperation networks” in the biotechnology sector. This research seeks to contribute to understanding the relationship, direction and intensity of cooperation between countries, companies, universities and researchers. The analysis method used was bibliometric. To build the bibliometric networks, the software Gephi and VosViewer were used. From the results obtained, it was observed that the cooperation relationship is actually a practice used by biotechnology companies due to the specific characteristics of the sector. The direction of companies is to search for resources that complement their skills and competencies. Universities are an important actor in this cooperative ecosystem. The patents generated can be an indicator of the intensity achieved in the cooperation relationship, as it is the tangible result of all cooperative efforts, contributing to the competitive advantage of these companies. The United States is a large hub with an extensive global cooperation network and a strong presence in the publication of scientific articles. England and Germany stand out in Europe. It is hoped that this work can contribute to researchers dedicated to the topic, as well as to the advancement of scientific knowledge in the biotechnology sector

Keywords: Technological cooperation networks; Biotechnology; Bibliometry; Analysis of citation and cocitations.

MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE REDES DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE BIOTECNOLOGIA: UM ESTUDO BASEADO EM BIBLIOMETRIA.

Resumo

O presente estudo tem como objetivo mapear a produção científica sobre o tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia. Busca-se com esta pesquisa contribuir para entender a relação, direção e intensidade da cooperação existente entre os países, empresas, universidades e pesquisadores. O método de análise utilizado foi o bibliométrico. Para a construção das redes bibliométricas utilizou-se os *softwares Gephi e VosViewer*. A pesquisa foi realizada no portal de revistas indexadas pela *Web of Science Core Collection* publicadas entre 1988 a 2109 com a seguinte expressão de busca: (“cooperat* or collabor* or network* or technol*”) or patent*) and biotec*. A partir dos resultados obtidos observou-se que a relação de cooperação é realmente uma prática utilizada por empresas de biotecnologia devido as características próprias do setor. A direção das empresas é na busca de recursos que complementem suas habilidades e competências. As universidades são um importante ator nesse ecossistema cooperativo. As patentes geradas podem ser um indicador da intensidade alcançada na relação de cooperação, pois é o resultado tangível de todo esforço cooperativo, contribuindo para vantagem competitiva dessas empresas. Os Estados Unidos é um grande *hub* com extensa rede de cooperação global e uma forte atuação na publicação de artigos científicos. Inglaterra e Alemanha se destacam na Europa. Espera-se que este trabalho possa contribuir para os pesquisadores que se dedicam ao tema, bem como ao avanço do conhecimento científico no setor de biotecnologia.

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

MAPPING SCIENTIFIC PRODUCTION ON TECHNOLOGICAL COOPERATION NETWORKS IN THE BIOTECHNOLOGY SECTOR: A STUDY BASED ON BIBLIOMETRY

Abstract

The present study aims to map scientific production on the theme "networks of technological cooperation" in the biotechnology sector. The aim of this research is to contribute to understanding the relationship, direction and intensity of the existing cooperation between countries, companies, universities and researchers. The method of analysis used was bibliometric. For the construction of bibliometric networks, the software Gephi and VosViewer were used. The research was carried out on the portal of journals indexed by the Web of Science Core Collection published between 1988 and 2109 with the following search expression: (“cooperat * or collabor * or network * or technol *”) or patent *) and biotec *. From the results obtained, it was observed that the cooperation relationship is actually a practice used by biotechnology companies due to the characteristics of the sector. The direction of the companies is in the search for resources that complement their skills and competences. Universities are an important player in this cooperative ecosystem. The patents generated can be an indicator of the intensity achieved in the cooperation relationship, as it is the tangible result of any cooperative effort, contributing to the competitive advantage of these companies. The United States is a large hub with an extensive network of global cooperation and a strong presence in the publication of scientific articles. England and Germany stand out in Europe. It is hoped that this work can contribute to researchers who are dedicated to the theme, as well as to the advancement of scientific knowledge in the biotechnology sector.

Keywords: Technological cooperation networks; Biotechnology; Bibliometry; Analysis of citation and cocitations.

1. Introdução

Tem se tornado um desafio maior a cada dia para as empresas manterem-se competitivas em seus mercados de atuação. A complexibilidade do contexto organizacional e a dinâmica dos mercados tem estimulado as empresas a buscarem novos arranjos organizacionais para seus modelos de negócios. Em segmentos onde a inovação é dominante a rapidez no lançamento de novos produtos é imprescindível para a permanência e até mesmo a sobrevivência das empresas.

Neste ambiente a cooperação surge como uma alternativa para as empresas adquirirem novos conhecimentos e recursos agilizando seus processos, objetivando principalmente a eficiência e redução nos custos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O setor de biotecnologia é um segmento afeito à formação de redes de cooperação tecnológica devido as características próprias que o segmento apresenta em ter que transformar de forma ágil conhecimento científico biotecnológico em novas tecnologias.

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

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

O presente trabalho realizou uma análise bibliométrica em publicações científicas no portal *Web of Science Core Collection* com o objetivo mapear a produção científica sobre o tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia e entender a relação, direção e intensidade da cooperação existente entre os países, empresas, universidades e pesquisadores. Espera-se que o presente estudo possa contribuir para o avanço do conhecimento científico a partir do mapeamento da estrutura teórico-conceitual, bem como contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao setor de biotecnologia.

2. Redes de Cooperação Tecnológica

As redes de cooperação emergiram no campo organizacional com o objetivo de agrupar atributos que permitam as empresas se adaptarem ao ambiente competitivo e dinâmico. (Balestrin, A., & Verschoore, J. 2016). contribuindo para agregar conhecimentos e competências complementares (Ahuja, 2000), e conquistem vantagem competitiva (Arya & Lin, 2007).

Belderbos, Carree e Lokshin (2006) observaram que a participação de empresas em múltiplas redes de cooperação pode representar uma complementaridade nos diversos projetos em que a empresa está envolvida, beneficiando as escolhas estratégicas para a inovação.

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. (Pittaway, Robertson, Munir, & Denyer, 2004).

No setor de biotecnologia, a literatura demonstra que estas empresas atuam de forma natural em redes colaborativas. Lin, C. C., Yang, C. H., & Shyua, J. Z. (2013) afirmam ainda que as empresas deste setor devem manter parcerias com universidades para aumentar suas capacidades de inovação, seguindo a mesma linha de raciocínio, Costa, P. R. D., Porto, G. S., & Feldhaus, D. (2010)., reforçam que a cooperação dos setores produtivos com a academia pode superar atrasos tecnológicos contribuindo para o desenvolvimento das empresas e da própria sociedade.

Outros estudos apontam ainda as vantagens dos esforços colaborativos para esse setor. Tais colaborações seriam vantajosas para as empresas, trazendo avanços mais rápidos ao

desenvolvimento tecnológico. (Eslami, H., Ebadi, A., & Schiffauerova, A. 2013). fornecendo às empresas iniciantes, principalmente as *startups* o conhecimento necessário para comercializar seus produtos. (Fernald, K., Pennings, E., & Claassen, E. (2015).

Por fim, 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).

3. Patentes

A patente, em sua forma clássica, é um direito conferido pelo Estado, de exclusividade da exploração de uma tecnologia pelo seu titular ou inventor. (Kono, C. M., & Quoniam, L. 2014). A patente também representa um direito exclusivo temporário na exploração de uma nova tecnologia que foi concedida pelo Estado. Esta concessão exige, em contrapartida disponibilizar toda informação necessária para a obtenção da tecnologia que foi objeto desta proteção. (Mayerhoff, Z. D. V. L. 2008).

As patentes de um modo geral apresentam as informações mais recentes e atualizadas de um determinado setor tecnológico. Neste contexto os esforços de P&D serão naturalmente direcionados para novos caminhos, evitando com isto a duplicação de esforços. (Ferreira, A. A., Guimarães, E. R., & Contador, J. C. 2009).

Alicerçado no fato de que as patentes são uma forma de garantir o direito à propriedade intelectual espera-se que elas incentivem os investimentos das empresas em inovações para alcançar maior competitividade. (Russo, S. L. et al 2011).

No campo da estratégia organizacional, a propriedade intelectual materializada nas patentes pode representar um importante ativo estratégico ao tornar tangível os resultados de P&D, contribuindo nos retornos sobre os investimentos e nos direitos para exploração de determinadas invenções. (Quoniam, L., Kniess, C. T., & Mazieri, M. R. (2014).

Atualmente, com o desenvolvimento cada vez maior da Biotecnologia e devido às suas próprias características centradas no desenvolvimento científico e tecnológico objetivando a inovação, as patentes são relevantes dada a possibilidade de recuperar os custos de P&D, que vem se tornando maiores a cada dia, sem contar que nesta etapa há muitas incertezas quanto aos seus resultados. (Borges, C. B., Santos, V. J. B., & Galina, S. V. R. 2018).

4. Biotecnologia

O setor de biotecnologia é um terreno fértil para a formação de redes de cooperação tecnológica e tem apresentado expressivas taxas de crescimento, o que faz com que tal setor assuma papel importante do ponto de vista das estratégias e consolidação da economia baseada no conhecimento, promovendo ainda a competitividade, alocação de mão de obra especializada e alavancando o crescimento em rede. (Kuribara, F. M. 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, na 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).

A biotecnologia é uma área de grande potencial agregado, pois atua em diversos setores como saúde, agricultura, meio ambiente, entre outros. Sua importância para os diversos países, em especial os que se encontram em desenvolvimento é ilustrada pela capacidade que tem de promover o desenvolvimento nacional baseado no conhecimento e na inovação, com geração de empregos e suporte à economia. (dos Santos Santos, M. 2009).

5. Metodologia

A análise de citações deriva da bibliometria, e tem sido amplamente aplicada para o progresso científico, propondo inclusive mudanças de paradigma, pois é capaz de medir a produtividade da pesquisa, analisando as citações de um determinado tema (Moed, 2006). Para Schneider e Borlund (2004), análises de pesquisas por métodos bibliométricos permite compreender e avaliar o que foi feito e o que deve ser investigado.

Os estudos bibliométricos estão se tornando um método preciso para avaliar a contribuição de um artigo para o avanço do conhecimento (Yi e Xi, 2008). Além disso, o *Science Citation Index (SCI)* da *Web of Science (WoS)* é o banco de dados mais amplamente aceito e usado para a análise de publicações científicas (Braun et al., 2000). Segundo Narin et al. (1994), o princípio básico da análise bibliométrica é a quantificação de publicações científicas por meio de parâmetros técnicos de desempenho para determinação de produtividade. Neste artigo, artigos científicos foram selecionados do banco de dados *Web of Science Core Collection*.

A presente pesquisa foi realizada no portal *Web of Science* por meio de palavras-chave e termos comumente usados para se referir ao tema central da pesquisa que se refere neste caso as “redes de cooperação tecnológica”. A expressão de busca foi formada da seguinte forma: (“cooperat* or collabor* or network* or technol*”) or patente*) and biotec*. O caractere especial “*” foi usado no final dos termos para identificar variações, ampliando assim a pesquisa. A expressão de busca deve ser elaborada considerando da forma mais eficiente possível o objeto de pesquisa em questão. Para tanto é importante escolher expressões adequadas e palavras que representam a melhor semântica sobre a área a ser pesquisada. O domínio conceitual dos autores também é fator chave para o sucesso da pesquisa. Para se definir a expressão de busca dessa pesquisa foi ouvido ainda pares da academia e especialistas na área.

Com o auxílio do software *VosViewer* será levantado as redes que correspondem e se integram ao tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia. Para a construção de redes, dados como título, autores e endereço (instituição e país) dos autores foram exportados e tratados com recursos do Microsoft Excel até que dados de autoria pudessem ser obtidos. A Análise de Redes Sociais (ARS) também será realizada com o apoio do *software Gephi* para que se possa identificar a estreita relação entre universidades, centros de pesquisa e empresas em que o tema sobre “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia está sendo desenvolvidos

6. Análise dos resultados

As subseções a seguir apresentam e discutem os resultados obtidos neste estudo. Tais resultados estão presentes nas análises de publicações / citações, termos de busca (Keywords) e também na avaliação das principais fontes de publicação / citação e dos principais autores. Uma análise detalhada das principais publicações sobre o tema é realizada e redes de coautoria são construídas para que se possa evidenciar o trabalho do principais pesquisadores sobre o tema “redes de cooperação tecnológica”.

6.1. Análise de publicações e citações

Os critérios de busca utilizados neste estudo renderam um total de 687 artigos publicados entre 1988 e 2019, por limitação do próprio Web of Science a figura 1 apresenta os últimos 25 anos, ou seja, de 1995 até 2019. Porém este período está representado com 633 publicações, ou seja, 92,13% do total de publicação desde 1988, portanto a amostragem é muito representativa.

A média de citações é de aproximadamente 25 citações/ano. O ano de 2011 foi o que apresentou o maior número de publicações sendo 38, ou ainda 5,53% do total. O ano com menor número de publicações foi 2006 com 2,76% do total. De qualquer forma é possível identificar neste período, com exceção de 2006 que todos os anos apresentaram publicações acima de 20, demonstrando uma constância anual de publicações.

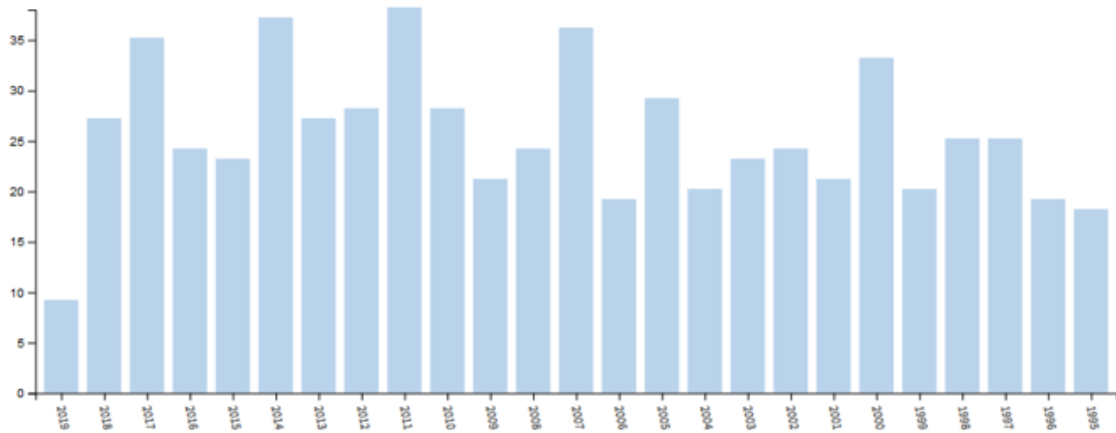
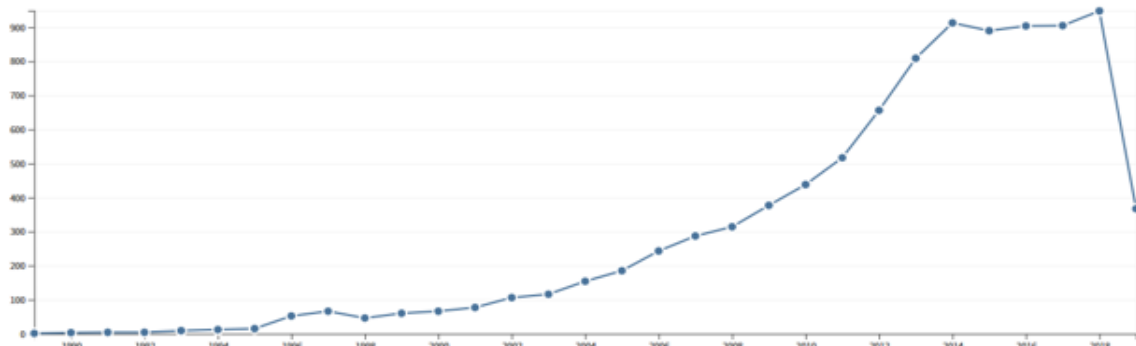


Figura 1. Número de publicações/ano
 Fonte: *Web of Science*

Olhando para a quantidade de citações nesses 687 artigos, houve 9544 citações distribuídas ao longo do período do estudo, agora considerando desde 1988 com uma média de 13,89 citações por artigo publicado. O número de citações aumenta significativamente a cada ano atingindo o ápice em 2014, entre 2014 e 2018, pode-se observar uma regularidade demonstrado na figura



6.2. Análise dos principais países em publicações

Pode-se observar que o país com maior número de publicações é o Estados Unidos com 205 publicações seguido pela Inglaterra com 60 publicações. A Alemanha com 49 publicações e Itália com 31 publicações é também um bloco muito representativo, de qualquer modo EUA, Canada e Europa lideram com folga as publicações sobre “redes de cooperação tecnologia no setor de biotecnologia”, conforme figura 3.

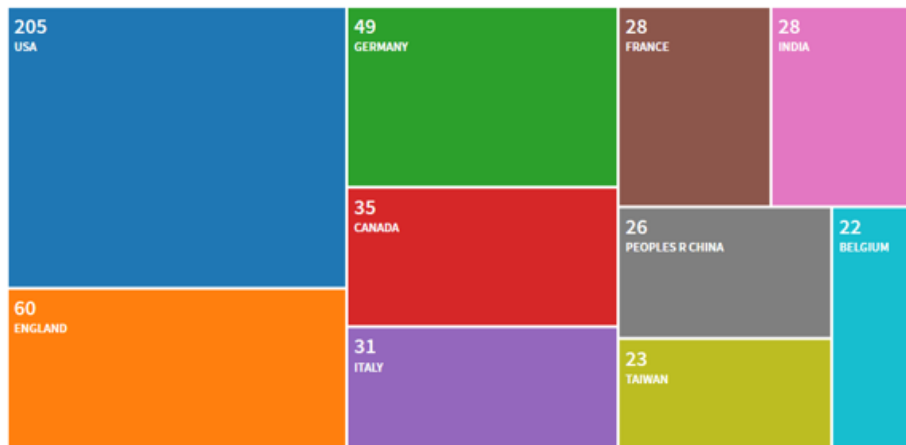


Figura 3: Ranking de países com maior numero de publicações
 Fonte: *Web of Science*

É possível observar a partir do gráfico de calor gerado pelo software *VosViewer* declarado na figura 4 a forte produção liderada pelo Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha, é um grupo predominante que trata do tema “redes de cooperação tecnológica”, formando uma espécie de “satélite” com os demais países “orbitando” a sua volta.

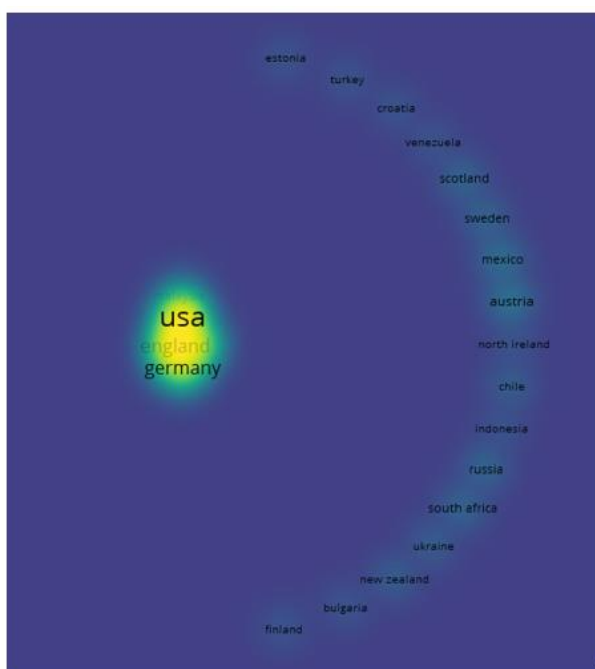


Figura 4: Mapa de calor das publicações
 Fonte: *Software VosViewer*

Outro aspecto interessante é a força do relacionamento, que pode ser avaliado pelo número de trabalhos cooperativos que cada país possui, ou seja, é a interação que determinado país tem com outros países em pesquisas colaborativas.

Na figura 5 elencamos os 10 principais países que mais trabalham em cooperação. Os Estados Unidos é o que tem o maior número de trabalhos (177), maior número de citações (3926) e o que possui o maior número de trabalhos cooperativos (99). O Canada com menor número de trabalhos que a Inglaterra é o segundo país maior número de trabalhos em cooperação (36).

	Países	Documentos	Citações	Trabalhos cooperativos
1	Estados Unidos	177	3926	99
2	Canada	33	1521	36
3	França	27	497	30
4	China	26	192	29
5	Inglaterra	47	677	25
6	Bélgica	21	369	24
7	Taiwan	24	241	24
8	Índia	22	136	22
9	Holanda	20	211	19
10	Alemanha	39	498	17

Figura 5: Ranking dos 10 principais países que mais trabalham em cooperação
Fonte: Elaborado pelos autores

6.3. Análise das palavras-chave usadas na pesquisa

Inicialmente a construção da expressão de busca desta pesquisa foi formada associando as palavras cooperação e colaboração utilizando o booleano “OR” entre elas, pois ambas palavras são comumente utilizadas nos artigos que se referem a cooperação. Foi também acrescido na expressão de busca as palavras rede e tecnologia também associado ao booleano “OR” para que se pudesse obter a melhor abrangência possível nos resultados da busca. Como o objetivo final era obter documentos que incluíssem no tema abordado “redes de cooperação tecnológica” ao segmento de biotecnologia, foi utilizado o booleano “AND” para que se pudesse verificar a ocorrência simultânea dos demais termos em relação ao segmento de biotecnologia. O caractere especial “*” foi usado no final dos termos para identificar variações, ampliando assim a pesquisa, por fim foi utilizado como filtro o período entre 1988 e 2019.

A *Web of Science* pesquisa o título do periódico, seu resumo, palavras-chave, autor e Keywords quando na opção de busca estiver marcado o campo “tópico”. A frequência de palavras ou frases é uma maneira muito comum de analisar o conteúdo em diferentes tipos de documentos.

De acordo com as publicações anteriores (Belter e Seidel, 2013; Du et al., 2013; Du et al., 2014; Yu et al., 2016), utilizamos técnicas bibliométricas e escolhemos alguns termos específicos para desenvolver nossa análise. O campo “pesquisa” para esta pesquisa deverá trazer como resultados de pesquisa artigos com pelo menos um dos seguintes termos: (“cooperat*”, “collabor*”, “Network*”, “technol* or “patent*”).

A patente foi utilizada como proxy de evidência de cooperação tecnológica. Concomitantemente para fechar a expressão de busca foi adicionado o termo “biotec*” com o booleano AND, o objetivo é que o resultado trouxesse a expressão “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia. O caractere especial “*” foi usado no final dos termos para identificar variações, ampliando assim a pesquisa

6.4. Análise das citações e publicações

Este estudo identificou 687 publicações para a expressão de busca definida. Para construção, análise e profundidade desta pesquisa foram analisados os 100 primeiros artigos, pois eles representam 7163 citações das 9544, ou seja, 75,05%. As 100 primeiras publicações possuem também uma média de citação por ano de 589.43 do total de 853,81, ou seja, 69,03%.

As 100 principais fontes de citação e publicação foram também agrupadas em ordem decrescente, ou seja, do amplamente mais citado para o autor menos citado. Com relação as citações valem destacar que as citações se referem aos artigos dessas fontes citados em outros artigos. Pode-se observar que quando um artigo é muito relevante, mesmo sendo um único artigo, mas com muitas citações, ou os artigos de um determinado periódico são poucos, mas muito citados, significando que os artigos fazem diferença em seu campo de conhecimento.

Quando uma revista inclui vários artigos, mas o número de citações em cada um não é grande, a contribuição desses artigos não é tão relevante.

Na figura 6, dada a importância de demonstrar os dados estão relacionadas as 10 primeiras publicações que possuem maior representatividade, estas 10 primeiras publicações contêm 3706 citações ou 38,83% do total de 9544 citações e 32,22% do total da média de citações. Pode-se observar a primeira com grande distância da segunda colocada é a *Nucleic Acids Research* com fator de impacto de 4,27 e concentrando 1088 citações no ano de 2011 e assegurando o maior número de médias de citações ano com 120,89, com os esforços de 14 autores, esta publicação é novamente mencionada na tabela 3 em 2016 com 33 citações.

	Título da fonte	Ano	Citações	Média/Ano
1	Nucleic Acids Research	2011	1088	120,89
2	Management Science	2007	515	39,62
3	Management Science	2002	438	24,33
4	Nature Biotechnology	2000	323	16,15
5	Pest management Science	2000	276	13,8
6	Management Science	2003	274	16,12
7	New England Journal of Medicine	1996	220	9,17
8	Management Science	2004	215	13,44
9	Management Science	2002	196	10,89
10	Nature	2005	161	10,73

Figura 6: Ranking das 10 primeiras publicações e citações
Fonte: Elaborado pelos autores

Os periódicos que tratam estritamente de gestão estão relacionados em 89 publicações que representam 12,95% do total de publicações, com 2863 citações, representando 30% do total. O destaque em publicações é a *Scientometrics* (fator de impacto 2,17) com 51 publicações, mas com 339 citações (65,84 média/ano), representando 3,55% do total, já a *Management Science* (fator de impacto 3,51) com apenas 11 publicações possui 1728 citações (116,43 média/ano), o que representa 18,10% do total.

O periódico *Thechnovation* (fator de impacto 4,8) é o segundo maior com 14 publicações, porém com 338 citações (30,8 média/ano), o terceiro maior periódico com 11 publicações é o *International Journal of Technology Management* (fator de impacto 0,15) com 43 citações (3,18 média/ano). Por último e na quarta posição dos periódicos de gestão e negócios aparece a *Technology Analysis & Strategic Management* (fator de impacto 1,49) com 35 citações

Neste grupo podemos observar a lei de Bradford para verificar o grau de atração de um periódico e podemos observar claramente que o periódico *Management Science* com apenas 11 publicações, representando 12,35% do total de 89 publicações tem 1728 citações, representando mais da metade das citações com 60,35% do total. Portanto podemos observar a reputação e relevância deste periódico com maior vazão dada ao tema “redes de cooperação tecnológica”. Na figura 7, dada a importância de demonstrar os dados estão listados os 5 primeiros periódicos de gestão apresentados em ranking, citações e médias citações.

	Publicação	Ranking	Citações	Média Citações
1	Management Science	1	1802	180,2
2	Scientometrics	3	768	15,1
3	Thechnovation	5	369	26,4
4	Pest Management Science	6	301	301
5	Journal of Product Innovation Management	10	139	69,5

Figura 7: Lista das principais publicações em *Management e Business*
Fonte: elaborado pelos autores

É interessante observar, porém não poderia ser de outra forma, que o grupo de periódicos que tratam do tema gestão e negócios formam um bloco separado dos periódicos que tratam de temas técnicos referente a biotecnologia, mas vale ressaltar que praticamente *Scientometrics* e *Thechnovation* concentram boa parte das publicações, demonstrando a importância e relevância destes periódicos. Esta situação fica claramente observável com a utilização do software *VosViewer* conforme figura 8.

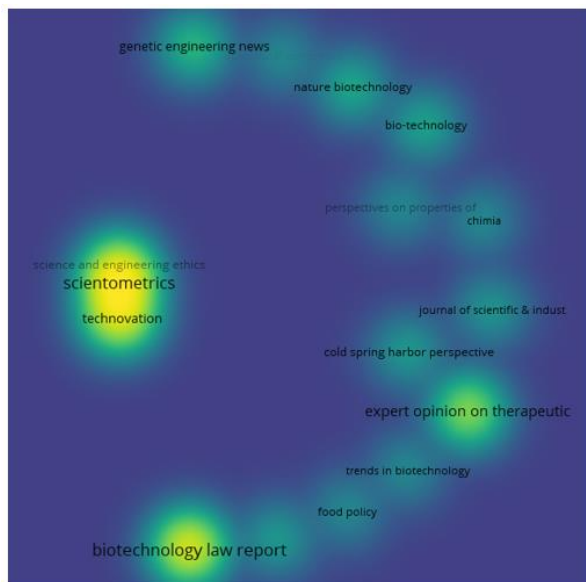


Figura 8: Mapa de calor das publicações
Fonte: *Software VosViewer*

6.5. Análise dos principais autores

Ao olhar os nomes de todos os autores em cada artigo, é possível listar as publicações e citações por autor. Para construção, análise e profundidade desta pesquisa foram analisados os 100 autores com os artigos mais citados este grupo detém 7.163 citações de um total de 9544, representando 75% do total, ou seja, muito representativa, com relação à média de citações ano o mesmo grupo tem 588,7 citações média por ano de um total de 853,81 representando 68,94% do total.

A maior citação está representada pelo esforço de um grupo de 14 autores publicado no periódico especializado *Nucleid Acids Research* em um artigo de 2011 fala sobre o banco de dados “*DrugBank*” com informações sobre bioinformática e quimio-informática que combinam dados detalhados de medicamentos com informações abrangentes sobre os possíveis alvos de medicamentos.

O autor com maior número de vezes na lista é R. Stephen Crespi da Inglaterra, ele aparece com 5 artigos contando com 22 citação e uma média de citação de 0,99 por ano. Vale destacar que seu campo de atuação é a Patente no segmento de biotecnologia com diversos temas, entre eles destaca-se “patentes de biotecnologia e moralidade”, este autor publica em diferentes periódicos que tratam da área técnica de biotecnologia.

Na figura 9, dada a importância de demonstrar os dados estão relacionados os 10 primeiros pesquisadores, agrupados em: autores ano-a-ano, citações e citações média/ano.

A rede obtida pelo *Gephi* também confirma o que foi gerado pelo *VosViewer* que estava declarado no “mapa de calor das publicações”. A figura 12 apresenta a rede formada pelo *Gephi*.

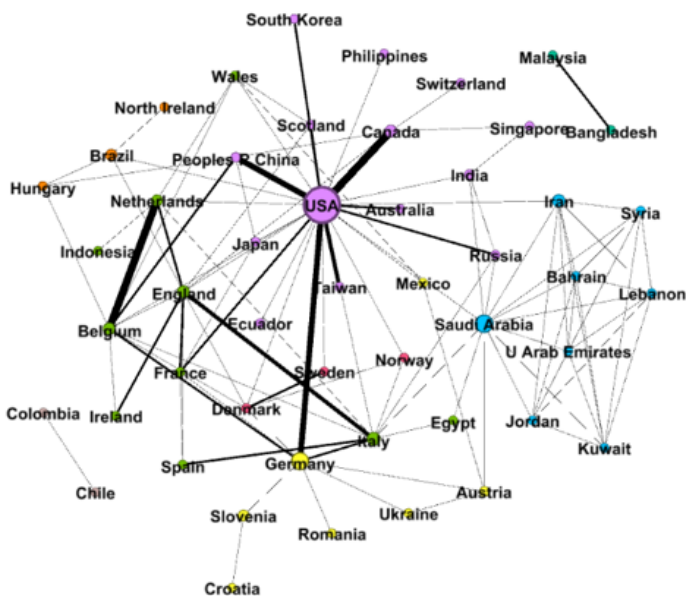


Figura 12 :Redes de cooperação (países)
Fonte: *Software Gephi*

A tabela 13 demonstra como está a distribuição das pesquisas em cada país no que se refere a cooperação entre os pesquisadores. Nesta tabela quando estiver declarado “local” significa que a cooperação ocorreu no mesmo país e na mesma universidade; quando estiver declarado “nacional” significa que a cooperação entre os pesquisadores ocorreu no mesmo país, porém em universidades diferentes, e por fim, quando estiver declarado “Internacional” significa que a cooperação entre os pesquisadores ocorreu em países diferentes, consequentemente universidades diferentes.

Os Estados Unidos lideram este ranking com 177 trabalhos sendo: 35 % sem cooperação, 21% cooperação local, 24% cooperação nacional e 20% cooperação internacional. O país com maior número de cooperação internacional é a Inglaterra 32%, os trabalhos sem cooperação representam 40%. O país que mais trabalha sem cooperação entre os pesquisadores é a Austrália, sendo que metade (50%) de suas pesquisas estão nesta condição.

Vale ressaltar a posição do Brasil com 20 trabalhos, sendo somente 5% sem cooperação, 40% de cooperação local, 35% de cooperação nacional e 20% de cooperação internacional.

#	País do Autor	% Cooperação				Total Geral
		Internacional	Nacional	Local	Sem cooperação	
1	USA	0,20	0,24	0,21	0,35	177
2	England	0,32	0,02	0,26	0,40	47
3	Germany	0,26	0,23	0,21	0,31	39
4	Canada	0,27	0,24	0,24	0,24	33
5	Italy	0,34	0,21	0,21	0,24	29
6	Peoples R China	0,27	0,31	0,35	0,08	26
7	France	0,27	0,23	0,19	0,31	26
8	Taiwan	0,13	0,33	0,38	0,17	24
9	India	0,14	0,14	0,50	0,23	22
10	Belgium	0,52	0,05	0,38	0,05	21
11	Netherlands	0,45	0,10	0,10	0,35	20
12	Brazil	0,20	0,35	0,40	0,05	20
13	Australia	0,14	0,07	0,29	0,50	14
14	Japan	0,08	0,17	0,08	0,67	12
15	Switzerland	0,25	0,08	0,33	0,33	12

Figura 13: Ranking da cooperação entre os países
Fonte: Elaborado pelos autores

6.7.2. Análise das Redes de Cooperação (Universidades)

A figura 14 demonstra como está a distribuição das pesquisas entre as universidades. As universidades da Bélgica e Inglaterra não pesquisam isoladamente, todas as suas pesquisas são em cooperação, no caso da universidade da Bélgica coincidentemente 46% de suas pesquisas ou são locais ou internacionais. É importante ressaltar a dinâmica das universidades americanas, nesta lista constam 7, todas trabalhando fortemente em cooperação, com exceção das universidades de Missouri e surpreendentemente Harvard. As universidades asiáticas também se destacam, constam nesta lista 4 universidades.

#	Filiação Autor	% Cooperação				Total Geral
		Internacional	Nacional	Local	Sem cooperação	
1	Katholieke Univ Leuven (Belgium)	0,46	0,08	0,46	0,00	13
2	UNIV SUSSEX (ENGLAND)	0,13	0,00	0,88	0,00	8
3	Duke Univ (USA)	0,43	0,29	0,14	0,14	7
4	Univ Minnesota (USA)	0,50	0,33	0,00	0,17	6
5	Natl Taiwan Univ (Taiwan)	0,50	0,00	0,50	0,00	6
6	Univ Missouri (USA)	0,00	0,33	0,00	0,67	6
7	Univ Michigan (USA)	0,20	0,00	0,00	0,80	5
8	Norman Consulting (England)	0,00	0,00	0,00	1,00	5
9	Tufts Univ (USA)	0,20	0,60	0,00	0,20	5
10	CNR (Italy)	0,60	0,40	0,00	0,00	5
11	Harvard Univ (USA)	0,00	0,40	0,20	0,40	5
12	Foley & Lardner (USA)	0,40	0,00	0,20	0,40	5
13	Natl Univ Singapore (Singapore)	0,50	0,25	0,00	0,25	4
14	Natl Cheng Kung Univ (Taiwan)	0,25	0,25	0,25	0,25	4
15	Natl Yang Ming Univ (Taiwan)	0,00	0,75	0,00	0,25	4

Figura 14: Ranking de cooperação entre as universidades
Fonte: Elaborado pelos autores

6.7.3. Análise das publicações (artigos e citações)

Os gráficos apresentados nas figuras 15 e figura 16 apresentam a dinâmica de publicações e citações entre os países. É possível novamente observar o protagonismo dos Estados Unidos, seguido pelo Canadá, Alemanha e Inglaterra

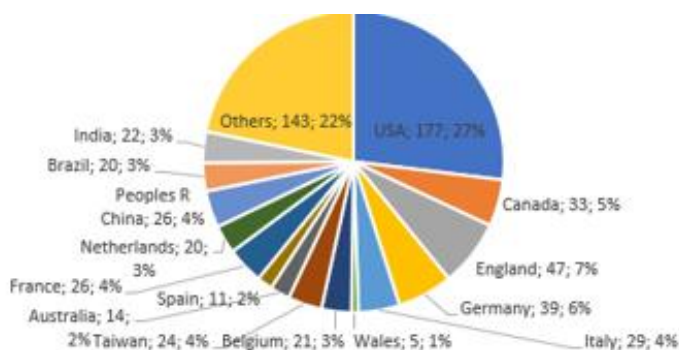


Figura 15: Gráfico publicações
Fonte: Software Gephi

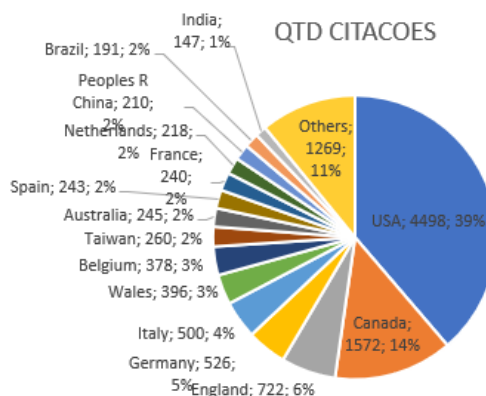


Figura 16: Gráfico citações
Fonte: Software Gephi

7. Considerações finais e conclusão

O presente estudo teve como objetivo mapear a produção científica sobre o tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia, buscando entender a relação, direção e intensidade da cooperação existente entre os países, universidades e pesquisadores, para isto foi utilizado o método bibliográfico com o apoio dos softwares *VosViewer* e *Gephi*. A partir desta pesquisa foi possível visualizar como os pesquisadores, universidades e países se organizam estrategicamente para realizarem suas pesquisas na área de biotecnologia.

Inicialmente foi possível identificar que o tema “redes de cooperação tecnológicas” vem ao longo dos anos crescendo e se consolidando na literatura científica. Em especial no setor de

biotecnologia as empresas utilizam a cooperação como forma de ganhar eficiência principalmente em seus processos de P&D pois existe uma exigência devido a própria dinâmica do setor em estar de forma contínua lançando produtos inovativos no mercado, isto pode ser observado de forma análoga a partir da nuvem de palavras gerado pelo *Gephi* onde fica evidente a conexão do setor de biotecnologia com: conhecimento, inovação e patentes.

A partir da expressão de busca e com o auxílio do *software VosViewer* foi plenamente possível visualizar dois grandes hubs nas linhas de pesquisa, um voltado para a área científica com os periódicos *Biotechnology Law Report* e *Expert Opinion on Therapeutic* e outro para a área de gestão e negócios com os periódicos *Scientometrics* e *Technovation*, porém é importante ressaltar, que o periódico com maior número de citações é o *Management Science*, ou seja, estes são os principais periódicos que catalisam grande parte das publicações na área técnica e de gestão do setor de biotecnologia, confirmando a lei de *Bradford*, onde pode-se observar que a reputação e relevância dos periódicos determinam a maior vazão dada ao tema.

Com relação a produção científica geral temos os Estados Unidos na liderança disparada com 27% da produção mundial, em segundo vem Inglaterra com 7%, em terceiro Alemanha com 6% e em quarto lugar Canadá com 5%. Com relação ao número de citações os Estados Unidos continuam na liderança isolada com 39% do total, porém o Canadá agora aparece em segundo lugar com 14% do total, Inglaterra com 6% e Alemanha em quarto com 5%.

Outro aspecto interessante é ressaltar o número de citações dos autores que mais se destacam em suas respectivas áreas, pois isso é um indicativo de produtividade os autores conforme preconizam a lei de *Lokta*. Na área técnica o autor *Knox*, et al (2011) em um esforço com mais 13 pesquisadores da Universidade de Alberta no Canadá se sobressai com 1088 citações. Na área de gestão aparecem dois *Schilling* (2007) com 1377 citações e *Zucker*, (2002) com 1336 citações.

Na análise das redes de cooperação entre os países fica evidente o protagonismo dos Estados Unidos como principal *hub* na área de biotecnologia. Este país tem papel estratégico global, mantendo fortes conexões em pesquisa com Canadá, China e Alemanha, por sua vez a Europa também forma um hub tendo a Alemanha como um dos atores deste bloco mantendo conexões de pesquisa com Itália, Inglaterra, Holanda e Bélgica. A partir das análises de rede de cooperação entre países e universidades, pode-se averiguar a estratégia que cada país adota no desenvolvimento de pesquisas na área de biotecnologia, mais uma vez os Estados Unidos aparecem na liderança tendo aproximadamente 70% de suas pesquisas desenvolvidas em cooperação, sendo: 21% em pesquisas cooperativas locais, 24% em pesquisas cooperativas nacionais e 20% em pesquisas cooperativas internacionais, estes números demonstram um equilíbrio na participação americana. Alemanha e Canadá apresentam equilíbrio semelhante, a exceção fica por conta da Inglaterra, que apesar de trabalhar com 60% de suas pesquisas de forma cooperativa, sendo 32% em cooperação internacional, tem somente 2% de pesquisa cooperativa nacional, porém este cenário demonstra claramente a estratégia inglesa de estar aberta globalmente.

No que tange a cooperação entre as universidades na lista das 15 primeiras aparecem 7 universidades americanas, 3 de Taiwan e 2 inglesas, novamente a predominância americana fica evidente, apesar dos números americanos apresentarem um certo equilíbrio é interessante observar a universidade Harvard que não possui nenhuma cooperação internacional.

Por fim, a partir dos resultados obtidos e respondendo aos objetivos desta pesquisa, chega-se à conclusão que as empresas do setor de biotecnologia se relacionam naturalmente em um ambiente onde predomina a cooperação, porque devido a necessidade destas empresas de lançar continuamente produtos inovativos no mercado, os custos de pesquisa e desenvolvimento podem se tornar alto demais e inviabilizar as estratégias comerciais, sem contar que todo o processo de P&D precisa ser realizado da forma mais eficiente e no menor tempo possível,

portanto esta relação de cooperação é um dos principais fatores para as empresas do setor de biotecnologia.

Sendo portanto a relação de cooperação inerente para as empresas de biotecnologia, percebe-se que a direção é na busca de novos recursos que complementem suas habilidades e competências para que possam ser mais eficientes possíveis no processo de P&D, mas neste ponto é importante ressaltar que quanto maior a intensidade desta cooperação mais fortes e maduras as empresas de biotecnologia ficam e os resultados podem ser expressados na quantidade de patentes depositadas que resultaram em novos produtos.

Neste ambiente de cooperação também ficou evidente que a universidades e centros de pesquisa tem um papel importante em todo este processo e quanto maior a intensidade desta cooperação mais ganhos para todos os atores envolvidos, pode-se inferir a partir deste raciocínio que a patente realmente é um indicador desta cooperação demonstrando inclusive a intensidade deste relacionamento alcançado pelo número de patentes.

Nos dados apresentados pela bibliografia, apesar de haver evidências de outras universidades e países, fica claro o papel que os Estados Unidos exerce no setor de biotecnologia como um grande hub, suas relações de cooperação estão presentes local, nacional e internacionalmente e é forte também sua produção científica, e o quanto seus pesquisadores são citados. O Canada é um país que se sobressai devido ao número de artigos científicos citados. Inglaterra, Alemanha e Bélgica, são atores importantes no ecossistema da Europa.

Finalizando, o presente estudo teve a limitação de analisar somente o setor de biotecnologia, devido a sua grande importância no contexto socioeconômico para diversos países, porém seria interessante também avaliar outros segmentos como o da nanotecnologia. Para futuros estudos sugere-se mapear o mercado brasileiro e/ou América do Sul e avaliar suas características e especificidades.

Bibliografia

- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425-455.
- 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.
- 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.
- Borges, C. B., Santos, V. J. B., & Galina, S. V. R. (2018). Internacionalização da P&D—um estudo comparativo entre Brasil, China e Índia. *Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, ANPAD, 2005*.
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's journal coverage? A preliminary overview of macrolevel statistical data. *Asist monograph series*, 251-277.
- Costa, P. R. D., 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.
- dos Santos Santos, M. (2009). A biotecnologia como instrumento de desenvolvimento econômico e social. *Universitas: Relações Internacionais*, 6(1).

- Eslami, H., Ebadi, A., & Schiffauerova, A. (2013). Effect of collaboration network structure on knowledge creation and technological performance: the case of biotechnology in Canada. *Scientometrics*, 97(1), 99-119.
- 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), 321-339.
- Fernald, K., Pennings, E., & Claassen, E. (2015). Biotechnology commercialization strategies: Risk and return in interfirm cooperation. *Journal of Product Innovation Management*, 32(6), 971-996.
- Ferreira, A. A., Guimarães, E. R., & Contador, J. C. (2009). Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. *Gestão & Produção*, 16(2), 209-221.
- 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.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of Economics*, 16-38.
- Kono, C. M., & Quoniam, L. (2014). A contribuição de patentes para a inovação de um produto sustentável: estudo de caso de um trocador de calor.
- Kuribara, F. M. (2016). Análise de cooperação entre instituições científicas e tecnológicas brasileiras e estrangeiras: um estudo por meio de patentes farmacêuticas e de biotecnologia submetidas em conjunto.
- Lin, C. C., Yang, C. H., & Shyua, J. Z. (2013). A comparison of innovation policy in the smart grid industry across the pacific: China and the USA. *Energy Policy*, 57, 119-132.
- Mayerhoff, Z. D. V. L. (2008). Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica. *Cadernos de prospecção*, 1(1), 7-9.
- Mello, M. T. L. (1998). Patentes em biotecnologia. *Cadernos de Ciênc. & Tecn.*, 15, 67-82.
- Moed, H. F. (2006). *Citation analysis in research evaluation* (Vol. 9). Springer Science & Business Media.
- Narin, F., Olivastro, D., & Stevens, K. A. (1994). Bibliometrics/theory, practice and problems. *Evaluation Review*, 18(1), 65-76.
- 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.
- Quoniam, L., Kniess, C. T., & MAZIERI, M. R. (2014). A patente como objeto de pesquisa em Ciências da Informação e Comunicação. *Encontros Bibliográficos: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 19(39), 243-268.
- Russo, S. L., SILVA, G. F. D., Serafini, M. R., Paixão, A. E., Nunes, M. A. S. N., & Silva, S. C. (2011). Capacitação em inovação tecnológica para empresários. *São Cristóvão*, 77-117.
- Schneider, J. W., & Borlund, P. (2004). Introduction to bibliometrics for construction and maintenance of thesauri. *Journal of Documentation*.
- YI, Huang; XI, Zhao. Trends of DDT research during the period of 1991 to 2005. *Scientometrics*, 2008, 75.1: 111-122.