

Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco: estudo compreendendo o período de 2001-2020

Raymundo das Neves Machado

Doutor em Ciência da Informação

Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

 <https://orcid.org/0000-0002-3138-1286> E-mail: raymacha@ufba.br

Gillian Leandro de Queiroga Lima

Doutor em Difusão do Conhecimento

Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

 <https://orcid.org/0000-0003-4736-893X> E-mail: gillianqueiroga@ufba.br

Submetido em: 10-01-2022

Reapresentado em: 09-05-2022

Aceito em: 11-05-2022

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a rede de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco, no período de 2001 a 2020. Trata-se de uma pesquisa de caráter longitudinal, de natureza quantitativa e descritiva, pautada na análise de redes sociais, tendo a coocorrência de autores como unidade de medida e, unidade de análise, o autor citante. Os resultados apresentam as métricas de produção científica e as redes referentes ao maior componente de cada rede de coautoria, dos quatro subperíodos analisados: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020. Por fim, infere-se que a crescente produção de estudos na área de células-tronco, no Brasil, e o aumento da rede de coautoria nos períodos analisados foram alavancados em virtude do aumento do número de autores e das ações promovidas pelo Ministério da Saúde, em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Como perspectivas futuras de análise, este trabalho pretende identificar

os autores mais relevantes, as áreas e assuntos predominantes de estudo e a evolução temporal das pesquisas em células-tronco no Brasil.

Palavras-chave: redes sociais; autoria coletiva; produtividade científica.

Co-authorship networks of Brazilian scientific production in the area of stem cells: a study including the period 2001-2020

ABSTRACT

This work aims to analyze the co-authorship network of Brazilian scientific production around stem cells, from 2001 to 2020. This is a longitudinal, quantitative and descriptive research, based on the analysis of social networks, with the co-occurrence of authors as the unit of measurement and, the unit of analysis, the citing author. The results present the metrics of scientific production and networks referring to the largest component of each co-authorship network, from the four sub-periods analyzed: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 and 2016-2020. Finally, it is inferred that the growing production of studies in stem cells, in Brazil, and the increase in the co-authorship network in the analyzed periods were leveraged due to the increase in the number of authors and the actions promoted by the Ministry of Health, in partnership with the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*. As future analysis perspectives, this work intends to identify the most relevant authors, the predominant areas and subjects of study and the temporal evolution of stem cell research in Brazil.

Keywords: social network; joint authorship; scientific productivity.

1 INTRODUÇÃO

A área de estudo e pesquisa relacionada com as células-tronco vem atraindo o interesse de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento; não somente da área médica, mas também da biológica, odontológica, farmacológica e medicina veterinária, por exemplo. Outras áreas – a filosofia, a bioética e o biodireito – são, outrossim, apontadas por Oliveira Junior (2009). A possibilidade de tratamento de certas enfermidades de natureza humana, bem como o avanço da medicina regenerativa, também desperta, na população, o interesse em acompanhar o desenvolvimento da área, com foco na perspectiva terapêutica, que, entretanto, deve ser apreciada com cautela, pois alguns estudos estão na fase básica, pré-clínica ou clínica (ZORZANELLI *et al.*, 2017).

As pesquisas utilizando terapia celular e células-tronco começaram a se desenvolver, no Brasil, no ano de 2002, com a ação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a partir da qual foram criados os Institutos do Milênio, “[...] um programa virtual com vistas a fomentar pesquisas de excelência em áreas estratégicas para o desenvolvimento do País” (BRASIL, 2010, p. 763).

O objetivo deste artigo foi analisar a rede de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco, abrangendo uma faixa de 20 anos, ou seja, de 2001 a 2020. Para melhor compreensão do período estudado, ele foi dividido em quatro subperíodos de cinco anos cada, compreendendo os seguintes anos: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020.

Entende-se, por coautoria, a colaboração de um ou mais autores na elaboração única de determinado artigo, livro, capítulo de livro e projetos, por exemplo. Dessa forma, os estudos de coautoria possibilitam identificar as relações estabelecidas entre autores, instituições, grupo de pesquisas e nações (KUMAR, 2015; NEWMAN, 2004; OTTE; ROUSSEAU, 2002).

Na contemporaneidade, as pesquisas em colaboração vêm se fortalecendo, haja vista o compartilhamento de experiências entre pesquisadores. Acrescenta-se o surgimento de novos recursos, como a infraestrutura de laboratórios e o uso das tecnologias de informação e comunicação, que agregam pesquisadores de diferentes pontos geográficos, ampliando também as relações e o intercâmbio interinstitucionais. Os resultados dessa colaboração se materializam em publicações científicas, dentre as quais cita-se o antigo científico.

Referente à técnica de pesquisa, foi utilizada a Análise de Redes Sociais (ARS), a fim de identificar as relações estabelecidas entre os coautores que possuem pesquisas relacionadas às células-tronco, bem como as principais temáticas de pesquisas.

Este artigo está estruturado em cinco sessões, além da introdução. Na segunda seção, será apresentada uma visão referente à análise de redes sociais, com enfoque na coautoria; na seção subsequente, a metodologia; em seguida, os resultados e a discussão, subdivididos em três momentos – análise da produção científica, da coautoria e as temáticas de pesquisas. Por fim, as considerações finais e as referências que deram suporte teórico-prático a este estudo.

2 ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

Na atualidade, estudos, pesquisas e projetos são desenvolvidos em colaboração entre autores pertencentes a uma mesma instituição ou a instituições diferentes, resultando em trabalhos colaborativos. Esse fenômeno já era observado na década de 1960, por Price (1963), quando detectou o expressivo aumento de trabalhos assinados por mais de um autor. Ou seja, as autorias múltiplas sinalizavam para a implementação de análises de colaboração científica em diferentes campos científicos.

Desde a década de 1930, quando do surgimento do sociograma nos estudos desenvolvidos por Jacob Levy Moreno (PANIAGUA LÓPES, 2012; SILVA; REGIS, 2015), a Análise de Redes Sociais (ARS) vem aperfeiçoando e se consolidando como método de pesquisa, formatando um conjunto teórico e empírico, ampliando seu contexto de aplicação. Ressaltam-se, ainda, os modelos matemáticos e computacionais que, por meio do acesso *online* às bases de dados, possibilitaram a análise e os estudos de coautoria (NEWMAN, 2004) a partir do uso de *softwares* específicos de ARS. Sampaio (2015, p. 39) observa, também, que “A análise de redes é na verdade um conjunto de métodos derivados da ciência de redes e utilizados por pesquisadores das mais diversas áreas.”

Os estudos de coautoria utilizando a ARS possibilitam identificar relações estabelecidas entre autores, instituições, grupos de pesquisa e nações, assim como as pesquisas. Segundo Kumar (2015), esse método se propagou devido aos estudos de coautoria, de natureza micro e macro, desenvolvidos por Newman, a exemplo do estudo em que foram analisadas as redes de colaboração científica compostas por pesquisadores dos campos da biologia, física e matemática (NEWMAN, 2004). Ressalta ainda Kumar (2015) que, na última década, houve um crescimento exponencial da produção científica referente ao tema. A análise da coautoria por meio da ARS tem forte representação visual, fazendo uso de grafos, nos quais os autores são representados por um nó (vértices) e as colaborações por arestas; isto é, linhas, que representam as ligações, as quais indicam a coautoria estabelecida entre os autores, e, neste estudo, resultam nos artigos publicados por dois ou mais autores. Essas ligações estão relacionadas com a densidade da rede; quanto mais conectada, mais forte ela será, ao passo que o oposto resulta numa rede dispersa (SAMPAIO *et al.*, 2015).

Dessa forma, a ARS vem sendo utilizada por pesquisadores em diferentes contextos, tendo a produção científica como material de análise. Por exemplo, no levantamento de grupos de autores em periódicos (FISCHBACH; PUTZKE; SCHODER, 2011; KOSEOGLU, 2016), na comparação entre diferentes campos científicos (NEWMAN, 2004) e na análise de programas de pós-graduação (GUIMARÃES *et al.*, 2009; LIMA, 2011).

Nesse sentido, o uso das métricas na ARS contribui para a “compreensão da dinâmica dos relacionamentos existentes nas redes estudadas” (WANDERLEY *et al.*, 2014, p. 47). Dentre essas, destaca-se a centralidade (*Centrality*), que permite identificar a importância de um nó (vértice) dentro da rede (WANDERLEY *et al.*, 2014). Assim, numa análise de coautoria, a centralidade representa o número de trabalhos que um autor publicou em conjunto com outros autores e, nesse caso, quanto maior a centralidade, mais central é esse autor na rede.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de caráter longitudinal e de natureza quantitativa e descritiva, pautada na análise de redes sociais. Para analisar os resultados, selecionou-se o critério de coocorrência como unidade de medida e, como unidade de análise, o autor citante. Realizou-se, também, uma análise das temáticas de pesquisa a partir da classificação proposta pela *Web of Science*, que aloca os periódicos em áreas temáticas segundo o escopo de cada título.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: primeiro, realizou-se uma busca nos registros indexados na coleção principal da *Web of Science/WoS (ClarivateAnalytics)*, disponível no Portal de Periódicos da CAPES, referente à produção científica brasileira na área de células-tronco, no período de 2001 a 2020. Contemplou-se, pelo menos, um autor com afiliação brasileira, tendo sido o levantamento realizado entre 13 e 19 de abril de 2016 e atualizado em 1º de dezembro de 2021, a fim de complementar os dados, haja vista que a base de dados possui uma política de indexação que permite atualizar os registros de maneira retrospectiva. A janela temporal selecionada refere-se a estudos realizados anteriormente, que sinalizam para o crescimento a partir de 2001, momento em que se implementaram com maior ênfase as pesquisas no Brasil e no mundo (LI *et al.*, 2009; MACHADO; VARGAS-QUESADA; LETA, 2016). Para esta

pesquisa, o período de 2001 a 2020 foi dividido em quatro subperíodos: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020. A divisão proposta justifica-se pelo melhor detalhamento do período, e possibilitou observar a dinâmica da coautoria por meio das redes formadas pelos autores, além das temáticas de pesquisa mais relevantes para cada subperíodo.

Adotou-se o seguinte protocolo de busca: “stemcell* AND (Brazil OR Brasil)”. A janela temporal foi por subperíodos, conforme detalhado no parágrafo anterior. Após levantamento, foi selecionado o artigo original, visto que esse tipo de publicação é considerado, pela comunidade científica, como principal veículo de registo e disseminação do conhecimento científico.

De posse dos registros levantados, realizou-se uma análise descritiva dos dados – efetuada para cada subperíodo analisado –, ranqueando as autorias pela frequência de artigos publicados. Em seguida, foram selecionadas as 100 primeiras posições para compor a amostra, a fim de proceder à análise de coocorrência de autor. Esse conjunto de dados foi migrado para o *software* BibExcel (versão 2016-02-20), que gerou um arquivo de coocorrência (.CCC). Subsequentemente, foi executado o algoritmo no BibExcel, objetivando compor o arquivo para gerar a rede de coautoria (.NET), processada subsequentemente no *software* Gephi (versão 0.9.2), gerando as representações visuais –ou seja, as redes de coautoria, bem como o cálculo das métricas de cada rede criada. Esse procedimento também foi adotado para as temáticas de pesquisa, considerando todas com frequência maior ou igual a um. Para análise exploratória e inferencial dos dados, utilizou-se o *software* Jamovi (versão 1.6.1).

Dentre as métricas de Análise de Redes Sociais (ARS) este trabalho utiliza a centralidade de grau normalizada proposta por Freeman (1978). A centralidade de grau normalizada (*Normalized Degree Centrality*) “é usada para identificar os nós que têm o maior número de ligações na rede” (WANDERLEY *et al.*, 2014, p. 48).

Além da centralidade de grau, foram adotadas as seguintes métricas da ARS: Grau médio (representa a quantidade média de conexões dos vértices de uma rede); Densidade (número total de arestas existentes em uma rede dividido pelo número máximo possível de arestas) – essa métrica informa o quão conectados estão os autores e também está relacionada ao tamanho da rede, isto é, quanto mais conexões houver numa rede, mais ela tende a ser densa; Coeficiente de aglomeração (mede a proporção de arestas entre os vizinhos do vértice e o máximo número de arestas possíveis em tal vizinhança); Caminho Mínimo

Médio (corresponde à distância geodésica entre dois vértices, em termos do número de arestas existentes); e Diâmetro (maior distância geodésica da rede) (NASCIMENTO; PEREIRA; MORET, 2018).

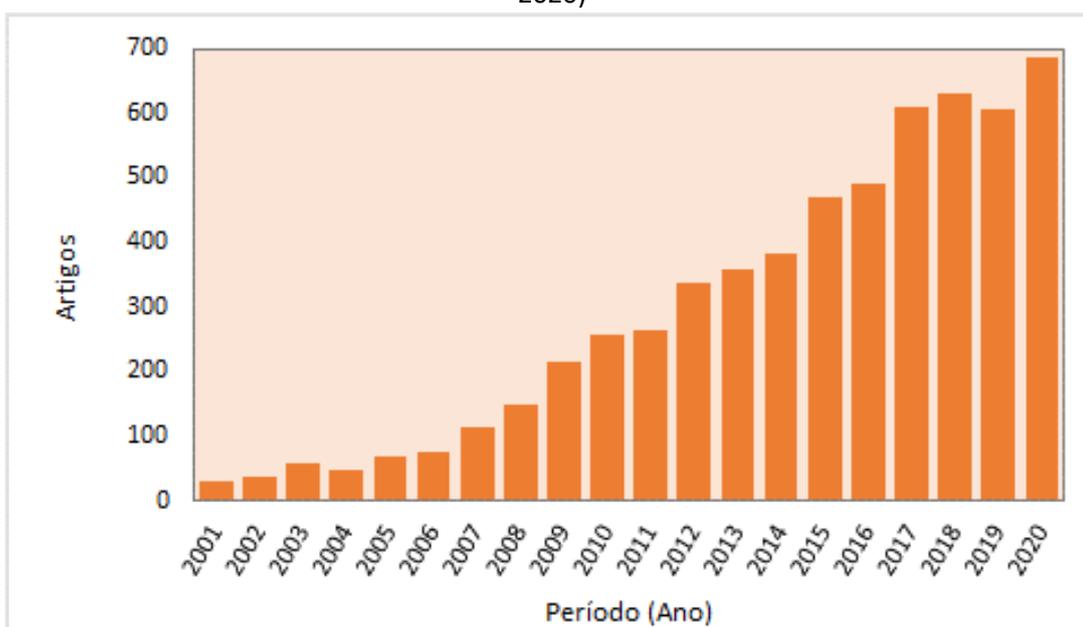
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão, apresentam-se os resultados e a discussão dos dados. Primeiramente, são descritos os dados relativos à distribuição temporal dos artigos e dos autores; em seguida, as redes de coautoria e, por fim, as redes das temáticas pesquisadas nos subperíodos estudados.

4.1 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ARTIGOS

A produção científica brasileira da área de células-tronco nos subperíodos analisados – 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020 –, mensurada em artigos de periódicos científicos, totalizou 5.878 artigos (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Crescimento do número de artigos publicados na área de células-tronco (Brasil, 2001-2020)



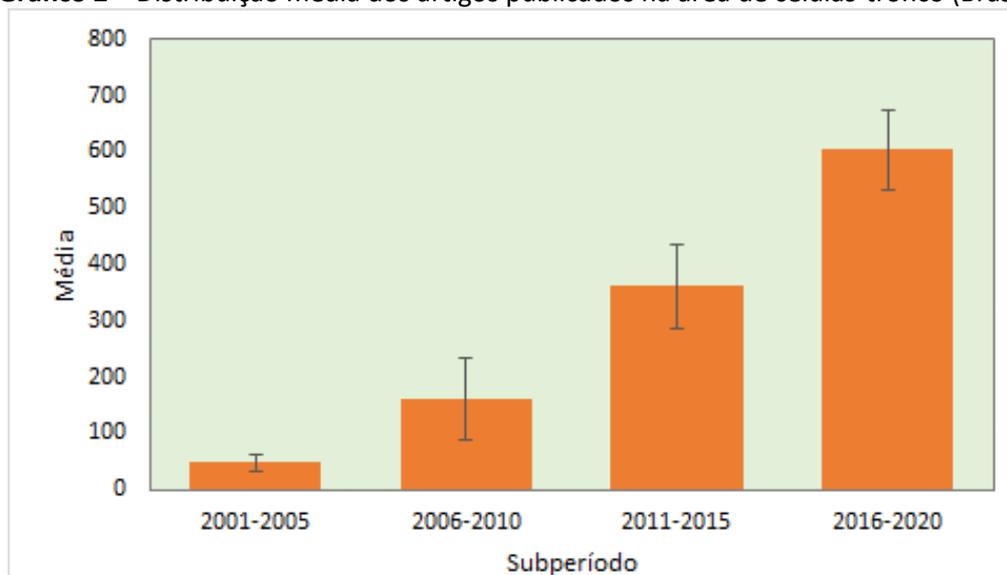
Fonte: dados da pesquisa.

A distribuição dos artigos foi crescente ano a ano, exceto para 2004 (1º subperíodo), em que a taxa de crescimento foi negativa (-15,79%). Em 2007 (2º subperíodo), apresentou um crescimento superior a 50% atingindo uma margem superior a 100 artigos, trajetória essa que se mantém constante. Contudo, em 2019 houve um pequeno declínio, quando a taxa de crescimento foi de menos 3,80% (4º subperíodo), voltando a crescer no ano seguinte. Para o período 2001-2020, o mínimo de artigos foi 28 em 2001 (1º subperíodo) e o máximo de 687 em 2020 (4º subperíodo).

A expansão desse quantitativo do número de artigos científicos pode estar associada às ações que foram desenvolvidas, como a aprovação, em 2005, da Lei de Biossegurança (ARAGÃO; BEZERRA, 2012; BRASIL, 2010), e as iniciativas do Ministério da Saúde e do CNPq que, em 2005, publicaram um edital de mais de R\$ 10 milhões, cujo objetivo era apoiar a formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa que promovessem o desenvolvimento de procedimentos terapêuticos inovadores em terapia celular utilizando células-tronco (BRASIL 2010).

Aragão e Bezerra (2012, p. 14) observam, ainda, que “Em 2009 foi criada a Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC), formada por oito Centros de Terapia Celular (CTC) localizados em cinco estados.” E por mais 52 laboratórios (RNTC, 2021, *online*). Ressalta Zorzaneli *et al.* (2017, p. 135) que “A criação desses centros integra o projeto de fortalecimento da articulação entre pesquisas básicas e ensaios pré-clínicos e clínicos, mediante a estruturação de um espaço comum, no qual cientistas e médicos, ideias e produtos possam circular e interagir.”.

Nota-se, também (Gráfico 1), que o impulso promovido pelas ações supracitadas contribuiu para o crescimento do número de artigos. Conforme mencionado anteriormente, em 2007 (2º subperíodo) o número de artigos publicados e indexados na WoS atingiu 135, e a partir de 2017 o crescimento da produção científica foi superior a 600 artigos. O Gráfico 2 apresenta a média de artigos publicados.

Gráfico 2 – Distribuição média dos artigos publicados na área de células-tronco (Brasil)

Fonte: dados da pesquisa.

Tais ações, entre outras, contribuíram para o fortalecimento dos estudos e pesquisas brasileiras na área de células-tronco. Observa-se, ainda, que, não obstante o cenário nada favorável à ciência brasileira, nos últimos anos, e o ápice da pandemia de COVID-19, no ano de 2020, a produção científica manteve-se crescente, portanto, não a impactando. Ademais, ressalta-se que, no período analisado – 2001-2020 –, o Brasil detinha, no cenário mundial, a 18ª posição, a 3ª entre os países do BRICS e a 1ª entre os países da América Latina, segundo dados da WoS, em termos de artigos publicados.

O quantitativo de autores também foi mensurado, agregando aqueles distintos nos quatro subperíodos, totalizando 40.333, sendo que 132 (0,33%) participaram dos quatro subperíodos, 749 (1,86%) de três, 3.733 (9,26%) de dois e 35.719 (88,56%) apenas de um subperíodo. Vale ressaltar, baseando-se em Sampaio *et al.* (2015, p. 81), que as “redes de colaboração tendem a apresentar uma distribuição de ligações extremamente desigual e hierárquica, com grande concentração da produção científica em alguns poucos autores”.

A fim de examinar a influência da variável autor na variável artigos publicados, realizou-se um teste de correção de Spearman (ρ) (FAVERO; BELFIORE, 2017). O resultado ($\rho = 0,991$, $p\text{-valor} < 0,05$) indicou existência de correlação positiva muito forte e significativa entre as variáveis autores e artigos. Conclui-se, portanto, que o crescimento do número de artigos científicos também foi influenciado pelo quantitativo de autores no período analisado–2001-2020.

4.2 REDES DE COAUTORIA

O Quadro 1 apresenta as métricas referentes ao maior componente de cada rede de coautoria dos quatro subperíodos analisados (2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020), tendo como ponto de corte as 100 primeiras posições. Segundo Newman (2004, p. 5202, tradução nossa), o maior componente da rede é o “conjunto de nós de rede conectados via coautoria, de tal forma que qualquer nó no conjunto pode ser acessado de qualquer outro, percorrendo um caminho adequado de colaboradores intermediários.”.

Quadro 1 – Métricas das redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco com padrão de corte (2001-2020)

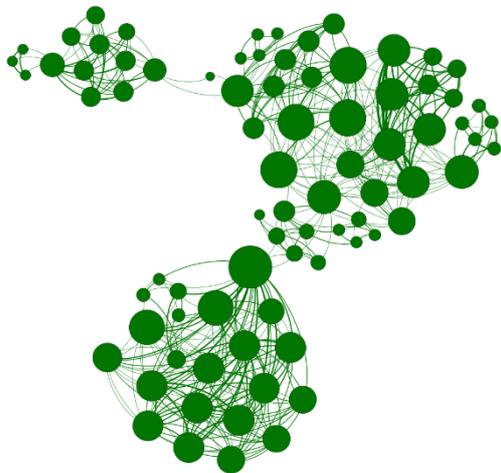
Métricas	Subperíodos			
	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Vértices	80	123	102	107
Arestas	429	411	363	5692
Grau médio	10,725	6,683	7,118	106,393
Densidade	0,136	0,055	0,07	1,004
Coefficiente de aglomeração	0,868	0,795	0,578	0,998
Caminho mínimo Médio	3,443	4,579	4,041	1
Diâmetro	7	11	12	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao interpretar os resultados do Quadro 1, observa-se a dinâmica das redes de coautoria durante os subperíodos analisados. Verifica-se que, apesar de ter sido considerado o ponto de corte para as primeiras 100 posições, houve um aumento significativo de conexões (arestas) entre os autores (vértices) no 4º subperíodo. Além disso, tal subperíodo apresenta o valor 1, tanto para o caminho mínimo médio como para o diâmetro da rede, possibilitando inferir que existe um grupo relevante de autores com forte conexão entre si, publicam conjuntamente estudos na área, o qual se consolidou no período entre 2016 e 2020.

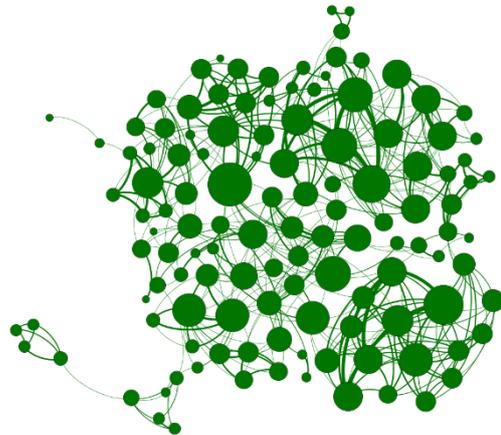
As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam as redes de coautoria para cada subperíodo analisado. Com base na análise das redes de coautoria, apresentadas nas Figuras supracitadas, infere-se que essas redes referentes aos estudos de células-tronco se consolidaram ao longo dos últimos 20 anos. Desse modo, a pesquisa tendeu a ser mais central, uma vez que todos estão envolvidos (KUMAR, 2015).

Figura 1 – Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco (2001-2005)



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 2 – Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco (2006-2010)



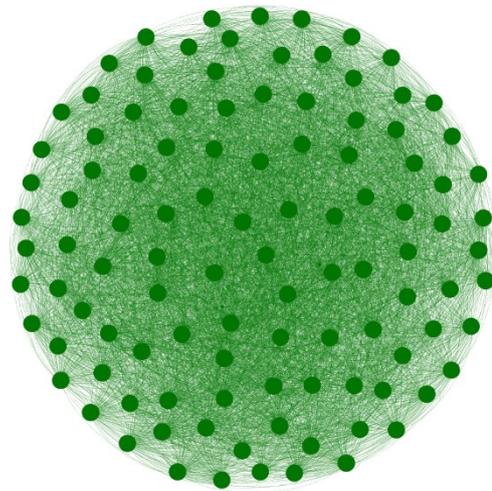
Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 3 – Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco (2011-2015)



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 4 – Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco (2016-2020)



Fonte: elaborada pelos autores.

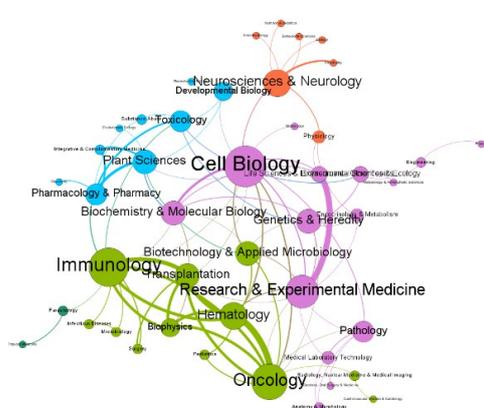
Tal consolidação pode estar associada às iniciativas do Ministério da Saúde e do CNPq, os quais publicaram, em 2005, um edital de mais de R\$ 10 milhões, com o objetivo de apoiar a formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa que promovessem o desenvolvimento de procedimentos terapêuticos inovadores em terapia celular utilizando células-tronco (BRASIL, 2010).

Também em 2008, o Ministério da Saúde e o CNPq lançaram um novo edital, com o intuito de financiar projetos de pesquisa básica, pré-clínica e clínica que visassem procedimentos terapêuticos inovadores em terapia celular utilizando células-tronco. Além disso, o Ministério da Saúde, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), lançou, em 2008, uma chamada pública com o objetivo de criar Centros de Tecnologia Celular (CTC) capazes de produzir diversos tipos de células-tronco humanas em condições de Boas Práticas de Manufatura (BPM) (BRASIL, 2010). Infere-se, portanto, que tais ações contribuíram diretamente para ampliar as pesquisas na área de células-tronco no país.

4.2.1 Redes temáticas

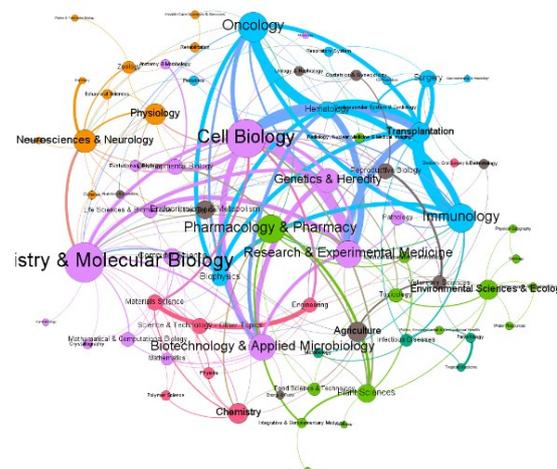
Com base nas constatações referentes às redes de coautoria e a fim de identificar as principais áreas de estudo, foram analisadas as temáticas mais relevantes da produção científica brasileira na área de células-tronco, referentes a cada subperíodo, conforme apresentado nas Figuras 5, 6, 7 e 8. Utilizou-se, para representação visual, o algoritmo de modularidade. O cálculo da modularidade “consiste em uma decomposição da rede em subunidades ou comunidades, as quais são conjuntos de vértices altamente interconectados” (LOPES, 2014, p. 37).

Figura 5 – Temáticas da produção científica brasileira na área de células-tronco (2001-2005)



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 6 – Temáticas da produção científica brasileira na área de células-tronco (2006-2010)



Fonte: elaborada pelos autores.

Quadro 2 – Temáticas com maior grau por subperíodo na produção científica brasileira na área de células-tronco (2011-2015)

Subperíodo	Temáticas	Centralidade de Grau
2001-2005	CellBiology	13
	Imunology	12
	Oncology	11
	Research & Experimental Medicine	10
	Hematology	8
	Neurosciences&Neurology	8
2006-2010	Biochemistry & Molecular Biology	24
	CellBiology	23
	Oncology	17
	Immunology	16
	Pharmacology&Pharmacy	16
2011-2015	Biochemistry& Molecular Biology	31
	CellBiology	22
	Immunology	21
	Biotechnology & Applied Microbiology	21
	Neurosciences&Neurology	20
2016-2020	Biochemistry & Molecular Biology	33
	CellBiology	31
	Oncology	26
	Research & Experimental Medicine	25
	Neurosciences & Neurology	25

Fonte: elaborado pelos autores.

Infere-se, a partir do Quadro 2, que ocorreu uma variação das temáticas estudadas e pesquisadas. Contudo, Bioquímica e Biologia Molecular são as que possuíram maior interação com as demais áreas, porquanto apresentam número de grau crescente de acordo com os subperíodos analisados. Verifica-se, ainda, a relevância da temática Biologia Celular, visto que está entre as cinco primeiras posições, quanto à centralidade de grau, nos quatro subperíodos, conferindo a relevância do tema para o estudo de células-tronco.

Vale ressaltar que a diversidade de temáticas e o avanço das pesquisas com células-tronco refletem uma perspectiva otimista no uso da medicina regenerativa para reparar e renovar o corpo (ZORZANELLI *et al.*, 2017). Nesse sentido, “o protagonismo da terapia celular sustenta-se na possibilidade de desenvolver formas inovadoras de produção de uma saúde renovável ou menos vulnerável à ação predatória do tempo” (ZORZANELLI *et al.*, 2017, p. 142). Além disso, ainda é possível constatar que a área apresenta uma natureza multidisciplinar, com pesquisas mais específicas; por exemplo, as relacionadas à biologia celular, e aquelas

dedicadas a terapias que englobam diversos aspectos do corpo humano, como é o caso das ciências biomédicas (ZHAO; STROTMANN, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou analisar a rede de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco. Verificou-se a crescente produção de estudos na área, mensurada pelo aumento do número de artigos publicados e indexados na WoS, e o aumento da rede de coautoria nos períodos analisados (2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020), alavancados por ações promovidas pelo Ministério da Saúde, em parceria com o CNPq.

Além disso, foram identificadas temáticas com maior interação entre os estudos sobre células-tronco. Essas interações proporcionaram o fortalecimento da área e viabilizaram novos estudos, os quais ressaltaram áreas que podem ser consideradas principais no estudo de células-tronco na contemporaneidade, a exemplo da biologia celular, que esteve presente nos quatro subperíodos analisados.

Como perspectivas futuras de análise, este trabalho possibilita que sejam realizados estudos aprofundados acerca dos autores mais relevantes, áreas e assuntos predominantes de estudo e evolução temporal das pesquisas em células-tronco no Brasil, assim como mapear as instituições e laboratórios de pesquisa mais relevante.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, M. A. do C.; BEZERRA, F. T. G. Brasil e as pesquisas com células-tronco: visão geral. **Revista da Biologia**, v. 9, n. 1, p. 12-15. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.7594/revbio.09.01.03>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revbiologia/article/view/108727/107150>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia. Fomento às pesquisas em terapia celular e células-tronco no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 4, p. 763-764, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000400022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/XxGd4Y4565zZc786k8HHsCK/?lang=pt#>. Acesso em: 4 out. 2021.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de Análise de Dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FISCHBACH, K.; PUTZKE, J.; SCHODER, D. Co-authorship networks in electronic markets research. **ElectronicMarkets**, v. 21, n. 1, p. 19-40, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12525-011-0051-5>. Disponível em: http://www.electronicmarkets.org/fileadmin/user_upload/doc/Issues/Volume_21/Issue_01/V21I1_Co-authorship_networks_in_electronic_markets_research.pdf. Acesso em: 4 out. 2021.

FREEMAN, L. C. Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. **Social Networks**. Netherlands: Lehigh university. Department of Social Relations, Price Hall. v. 1, p. 215-239, 1978. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~rbcp/taia/Freeman1979-centrality.pdf>. Acesso em: 4 out. 2021.

GOLBECK, J. Network Structure and Measures. In: GOLBECK, J. **Analyzing the Social Web**, 2013. p. 25-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-405531-5.00003-1>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124055315000031?via%3Dihub>. Acesso em: 30 dez. 2021.

GUIMARÃES, T. de A. *et al.* A rede de programas de pós-graduação em administração no Brasil: análise de relações acadêmicas e atributos de programas. **Rev. Adm. Contemp.**, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 564-582, out./dez. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-6552009000400004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552009000400004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 7 jan. 2019.

KOSEOGLU, M. A. Growth and structure of authorship and co-authorship network in the strategic management realm: evidence from the Strategic Management Journal. **BRQ Business Research Quarterly**, v. 19, p. 153-170, July/Sept. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brq.2016.02.001>. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2340943616300019?token=23A0527E6304830EC61E0BD33A81D5CC40E10F9EB321735848D0391F76553599882320D46FCAE3169A49A0B6CC5E6E01&originRegion=us-east-1&originCreation=20220518145000>. Acesso em: 2 out. 2021.

KUMAR, S. Co-authorship networks: a review of the literature. **Aslib Journal of Information Management**, Kuala Lumpur, Malaysia. v. 67, n. 1, p. 55-73, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/AJIM-09-2014-0116>. Disponível em: https://primo.qatar-weill.cornell.edu/permalink/974WCMCIQ_INST/1e7q4lh/cdi_proquest_journals_2080876697. Acesso em: 18 out. 2021.

LI, Ling-Li *et al.* Global stem cell research trend: Bibliometric analysis as a tool for mapping of trends from 1991 to 2006. **Scientometrics**, v. 80, n. 1, p. 39-58, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-008-1939-5>. Disponível em:

<http://dns2.asia.edu.tw/~ysho/YSHO-English/Research%20Group/Wang%20MH/Scientometrics80,%2039.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2013.

LIMA, M. Y. de. Coautoria na produção científica do PPGGeo/UFRGS: uma análise de redes sociais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 38-51, abr. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652011000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/wQMNJQWRxJBZwPCtttdXqDJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 jan. 2019.

LOPES, C. R. S. **AnCo-REDES_modelo para análise cognitiva com base em redes semânticas: uma aplicação a partir da abordagem estrutural das representações sociais**. 2014. 151 f. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento). – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/17751>. Acesso em: 2 out. 2021.

MACHADO, R. das N.; VARGAS-QUESADA, B.; LETA, J. Intellectual structure in stem cell research: exploring Brazilian scientific articles from 2001 to 2010. **Scientometrics**, v. 106, n. 2, p. 525-537, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-015-1793-1>. Acesso em: 9 jan. 2022.

NASCIMENTO, J. O. do; PEREIRA, H. B. de B.; MORET, M. A. Grafos e Teoria de Redes: uma análise do Ensino de Física Brasileiro no período 1972-2006 por meio de cliques de palavras-chave. **REVISTA CEREUS**, v. 10, n. 2, 4 ago. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v10n2p315-339>. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/2278/675>. Acesso em: 9 jan. 2022.

NEWMAN, M. E. J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 1, p. 5200-5205, Apr. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0307545100>. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.0307545100>. Acesso em: 20 jan. 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, E. Q. A ética médica, a bioética e os procedimentos com células-tronco hematopoéticas. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 31, supl. 1, p. 157-164. maio 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-84842009005000040>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbhh/a/S8PqwSL8DypXMyRfLNDfcVq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 jan. 2022.

OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social Network Analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. **Journal of Information Science**, v.28, n. 6 p. 441-453, 2002. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016555150202800601>. Acesso em: 11 maio 2010.

PANIAGUA LÓPES, J. A. **Curso de análisis de redes sociales: metodología y estudios de caso**. Granada: Editorial Universidad de Granada, 2012.

PRICE, D. S. **Little science, big science**. New York: Columbia University Press, 1963. 136 p.

REDE NACIONAL DE TERAPIA CELULAR (RNTC). Disponível em:
<http://www.rntc.org.br/centros-de-tecnologia-celular.html>. Acesso em: 23 dez. 2021

SAMPAIO, R. B. *et al.* A colaboração científica na pesquisa sobre coautoria: um método baseado na análise de redes. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 79-92, dez. 2015. ISSN 19815344. Disponível em:
<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/2447>. Acesso em: 29 dez. 2021.

SAMPAIO, R. B. **As estruturas globais e regionais do campo de pesquisa, desenvolvimento e inovação das doenças negligenciadas leishmaniose e tuberculose sob a ótica das redes complexas**. 2015. 216 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Ciência da Informação da Universidade de Brasília. Brasília, 2015. DOI:
<http://dx.doi.org/10.26512/2015.07.T.19126>. Disponível em:
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/19126>. Acesso em: 27 mar. 2019.

SILVA, M. M. da., REGIS, H. P. Perspectiva histórica da análise de redes sociais. *In*: BASTOS, A. V. R.; LOIOLA, E.; REGIS, H. P. (org.). **Análise das redes sociais em contextos organizacionais**. Salvador: EDUFBA, 2015. p. 23-39.

WANDERLEY, A. J. *et al.* Identificando correlações entre métricas de Análise de Redes Sociais e o *h-index* de pesquisadores de Ciência da Computação. *In*: BRAZILIAN WORKSHOP ON SOCIAL NETWORK ANALYSIS AND MINING (BRASNAM), 3., 2014, Brasília. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. p. 45-56. ISSN 2595-6094. Disponível em:
<https://sol.sbc.org.br/index.php/brasnam/article/view/6802/6695>. Acesso em: 18 dez. 2021.

ZHAO, D.; STROTMANN, A. Intellectual structure of stem cell research: a comprehensive author co-citation analysis of a highly collaborative and multidisciplinary field. **Scientometrics**, v. 87, p. 115 – 113, Apr. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-010-0317-2>. Disponível em:
https://pure.know.nl/ws/portalfiles/portal/479068/2011_Gurney_T_Scientometrics_91_2.pdf. Acesso em: 5 maio 2020.

ZORZANELLI, R. T. *et al.* Pesquisa com células-tronco no Brasil: a produção de um novo campo científico. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 129-144. jan./mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702016005000026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/HpHtsFVjQLN8RTVBFWzzZMh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 ago. 2019.

Declaração de Contribuição dos Autores

Raymundo das Neves Machado – Conceptualização – Curadoria dos Dados – Análise Formal – Investigação – Metodologia – Administração do Projeto – Validação – Visualização – Escrita (rascunho original) – Escrita (análise e edição).

Gillian Leandro de Queiroga Lima – Conceptualização – Curadoria dos Dados – Análise Formal – Investigação – Metodologia – Administração do Projeto – Validação – Visualização – Escrita (rascunho original) – Escrita (análise e edição).

Como citar o artigo:

MACHADO, Raymundo das Neves; LIMA, Gillian Leandro de Queiroga. Redes de coautoria da produção científica brasileira na área de células-tronco: estudo compreendendo o período de 2001-2020. **Revista Informação na Sociedade Contemporânea**, Natal, v. 6, p. e27743, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-0198.2022v6n0ID27743>.