



O panorama recente da pesquisa oncológica mundial:

Uma análise bibliométrica e de redes

Modalidade: Artigo

Eixo 2: Metodologias de avaliação e mensuração de impactos de programas, políticas e ações de CT&I

Tema: Redes de cooperação nacional e internacional no ambiente de CT&I

Resumo

O objetivo deste artigo é mapear o panorama científico relacionado à pesquisa oncológica mundial entre 2012 e 2017. Utilizamos dados de publicações científicas da Web of Science Core Collection e combinamos técnicas de análise bibliométrica e de redes sociais para identificar os periódicos, áreas de pesquisa, países e organizações de pesquisa mais relevantes no panorama científico do câncer. Os resultados mostram: Oncotarget como o periódico com a maioria das publicações; um aumento significativo nas publicações da China; MD Cancer Center como organização com a maioria das publicações; biologia celular como a área de pesquisa mais frequente; mama, pulmão e câncer colorretal como as palavras-chave mais frequentes; alta densidade de co-autoria entre organizações no Ocidente e baixa densidade entre organizações em países asiáticos e de renda baixa e média.

Palavras-chave: Câncer, oncologia, panorama científico, bibliometria, análise de rede sociais

Abstract

The aim of this paper is to map the scientific landscape related to cancer research worldwide between 2012 and 2017. We use scientific publication data from Web of Science Core Collection and combine bibliometrics and social network analysis techniques to identify the most relevant journals, research areas, countries and research organizations in cancer scientific landscape. The results show: Oncotarget as the journal with most publications; a significant increase in China's publications; MD Cancer Center as the organization with most publications; cell biology as the most frequent



research area; breast, lung and colorectal cancer as the most frequent keywords; high density of co-authorship between organizations in the West and low density between organizations in Asian and lower and medium income countries.

Keywords: Cancer; oncology; scientific landscape; bibliometrics; social network analysis

1. INTRODUÇÃO

Casos de câncer em todo o mundo atingiram 17,5 milhões em 2015, juntamente com 8,7 milhões de mortes. A taxa de incidência aumentou 33% entre 2005 e 2015, em parte devido ao crescimento da população e ao envelhecimento. Atualmente, o câncer é a segunda causa de morte no mundo e deve atingir 27,1 milhões de pessoas até 2030 - especialmente nos países ricos (FITZMAURICE et al., 2017). Os principais motivos são o envelhecimento populacional e os hábitos cotidianos associados à doença, como tabagismo, etilismo e sedentarismo (FITZMAURICE et al., 2017; STEWART; WILD, 2014). O maior impacto do câncer será em países em meio à transição econômica e social (STEWART; WILD, 2014).

Bibliometria em estudos relacionados ao câncer é relativamente comum na literatura. Por exemplo, a bibliometria já foi usada para informar a política de pesquisa sobre o câncer e os gastos (SULLIVAN; ECKHOUSE; LEWISON, 2005) e orientações inovadoras da quimioterapia baseada em nanotecnologia e terapia molecular (COCCIA; WANG, 2015). Também tem sido usado para analisar o estado atual ou tendências de pesquisa em tipos específicos de câncer, como câncer de pulmão (AGGARWAL et al., 2016), esôfago e junção esofagogástrica (MIAO et al., 2017) mama triplo negativo (WANG et al., 2016). Tópicos específicos da pesquisa oncológica, como a divisão entre gêneros na produção científica, também foram objeto de estudos bibliométricos (BENDELS et al., 2017). Neste trabalho, apresentamos o panorama recente da pesquisa sobre o câncer, bem como as relações estabelecidas em pesquisas (redes).

Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo é mapear o panorama científico relacionado à pesquisa oncológica mundial entre 2012 e 2017, combinando técnicas bibliométricas e de Análise de Redes Sociais (SCN). Para mapear o panorama científico relacionado ao câncer, utilizamos dados de publicações científicas disponíveis no *Web*



of Science Core Collection (WoS), da Thomson Reuters. O artigo descreve o status abrangente da pesquisa no campo do câncer, analisando a quantidade de publicações, principais periódicos, áreas de pesquisa frequentes e a maioria dos países e organizações cientificamente produtivas. Também explora a rede de cooperação global desses países e organizações, identificando os atores centrais e a associação de diferentes tópicos de pesquisa, destacando os esforços mais inovadores no campo. O objetivo é gerar evidências que possam informar gerentes, pesquisadores e formuladores de políticas, apoiando a tomada de decisões, o planejamento de P&D e as estratégias de financiamento.

2. MÉTODO

Para mapear o panorama científico relacionado ao câncer, utilizamos dados de publicações científicas disponíveis no Web of Science Core Collection (WoS), da Thomson Reuters, e combinamos técnicas de análise bibliométrica e de redes sociais. Na WoS, a seguinte estratégia de pesquisa foi usada:

```
((ti=(cancer* or neoplasia* or neoplasm* or tumor*) and su=(oncology))) AND  
DOCUMENT TYPES: (Article) Indexes=SCI-EXPANDED Timespan=2012-2017
```

Decidiu-se restringir a pesquisa apenas aos artigos, porque esses documentos costumam atender a padrões de qualidade mais elevados do que outros tipos de materiais de divulgação científica (GONZÁLEZ-ALBO; BORDONS, 2011). A fim de coletar publicações relacionadas às ciências naturais - especialmente publicações biomédicas - a busca foi restrita ao índice SCI-EXPANDED. A busca foi realizada em 9 de outubro de 2017 e obteve 105.512 registros, que foram importados (em arquivo texto) para o software proprietário VantagePoint 10.0 para tratamento e análise.

As duplicatas foram removidas usando o "ISI Unique Article Identifier". Depois disso, o número de documentos foi reduzido para 89.067. As afiliações dos autores dos campos (organização e cidade e país) foram normalizadas usando a lógica *fuzzy* geral da ferramenta de limpeza de listas do Vantage Point, bem como a limpeza manual. As palavras-chave foram agrupadas de acordo com o tipo de câncer, forma de tratamento ou tecnologia. As classificações foram produzidas no VantagePoint e exportadas para o



Microsoft Excel para a criação dos gráficos. Os gráficos de bolhas foram os únicos produzidos no próprio VantagePoint.

As redes foram produzidas usando o software Gephi 0.9.1 a partir das matrizes de co-ocorrência geradas no Vantage Point. Utilizamos o algoritmo Fruchterman Reingold (FR), que assume a existência de grupos ou clusters dentro da rede (GOLBECK, 2013). Para cada uma dessas redes, seu grau de centralidade foi utilizado como referência. O grau de centralidade é baseado no número de nós diretamente conectados a outros nós da rede e é adequado para representar a influência de cada nó na rede (FREEMAN, 1978).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A

Figura 1 apresenta os periódicos com pelo menos 1% de publicações entre 2012 e setembro de 2017 e seus Fatores de Impacto para o período 2016/2017. O número de artigos publicados nessas revistas destaca aqueles em que a comunidade científica relacionada ao câncer tem preferência na publicação. Oncotarget liderou com 7575 artigos relacionados ao câncer (7,3% do total), seguido por *Biologia Tumoral e Câncer de BMC* (2,8% cada).

Muitos dos periódicos são focados inteiramente no câncer. *Molecular Medicine Reports*, cujo escopo inclui diferentes tópicos em medicina molecular (farmacologia, patologia, genética, neurociência, doenças infecciosas, cardiologia molecular e cirurgia molecular) foi uma exceção (SPANDIDOS, 2017). *CA: O Cancer Journal for Clinicians'* teve o maior fator de impacto (187.040).

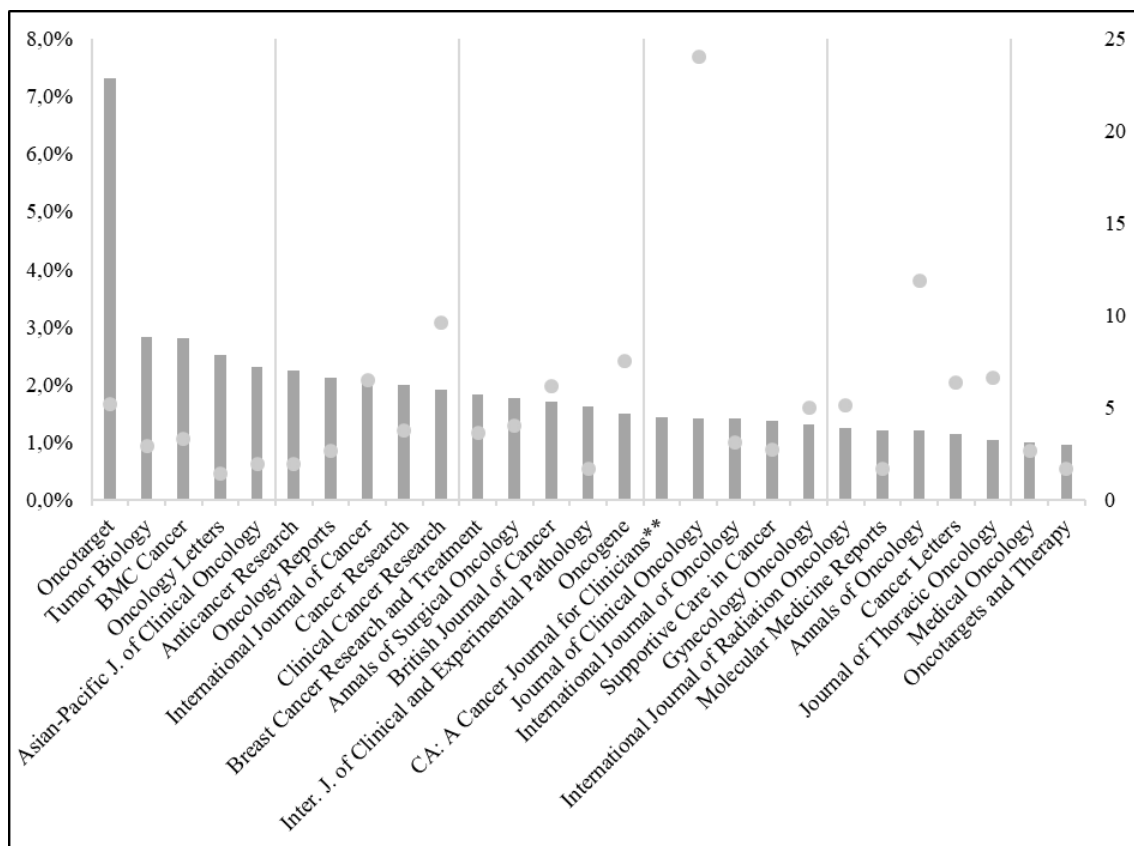


Figura 1 – Periódicos mais frequentes e seus fatores de impacto

**O fator de impacto do período CA: A Cancer Journal for Clinicians foi 187,040 em 2016/2017

Os dados para publicações totais por país referem-se à afiliação institucional dos autores e, como os trabalhos geralmente são co-autores, o número de registros é maior que o total de artigos. O ranking dos países com pelo menos 1% das publicações gerais inclui os Estados Unidos (EUA) com volume de produção muito elevado (32,7% de todas as publicações) seguido pela China (24,5% do total de publicações). Juntos, esses dois países respondem por mais da metade de todas as publicações científicas (8,6% de todas as publicações). Os países com alto índice de renda e desenvolvimento humano são os mais produtivos, com exceção da China, Índia, Turquia e Brasil.

A

Figura 2 mostra a evolução das publicações entre os países com pelo menos 1% das publicações gerais. A liderança dos Estados Unidos em publicações nos últimos cinco anos é digna de nota. Por outro lado, a China aumenta significativamente seu



número de publicações também de forma notável - saltando de 2346 em 2012 para 5966 em 2016 (uma expansão de 154%). Em 2017, o número da China ultrapassou o total de publicações americanas no mesmo ano (4767 e 4605, respectivamente). Todos os outros países no topo do ranking de publicações tiveram um aumento no número de publicações. As publicações da China ao longo do tempo devem ser analisadas levando em consideração aspectos importantes sobre este país. O câncer tem sido a principal causa de morte neste país desde 2010 (CHEN et al., 2016) e os esforços do país para lidar com esse problema de saúde pública foram destacados no mais recente plano quinquenal do país - que inclui um aumento substancial nos investimentos em pesquisa (CENTRAL COMITEE OF THE COMMUNIST PARTY OF CHINA, 2016)

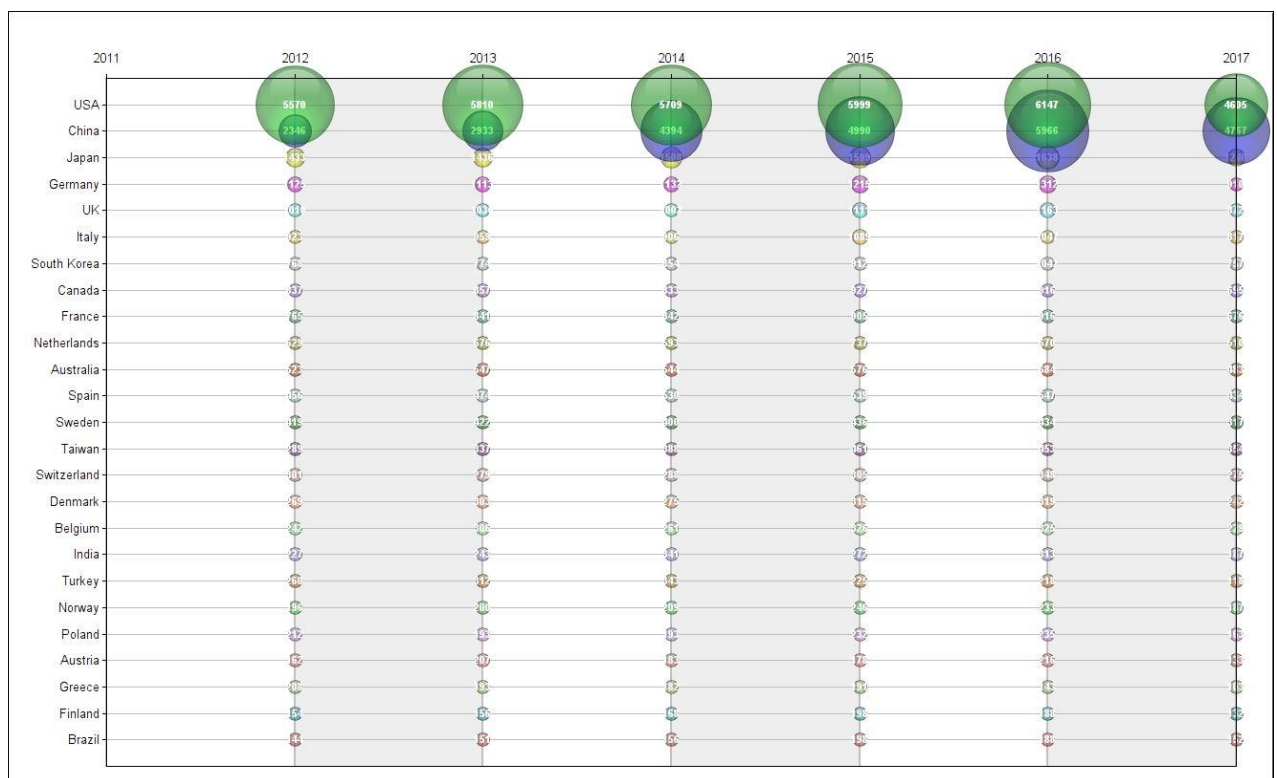


Figura 2 – Número de publicações por país

A

Figura 3 complementa a anterior, apresentando a rede de países com publicações sobre câncer. A rede contém todos os países com publicações de autores vinculados a uma organização desse país. O nome do país é destacado para aqueles que tiveram mais parcerias - neste caso, publicações em coautoria. Construímos a rede com base no grau



de entrada de cada país na matriz de co-ocorrência das publicações. Em outras palavras, os países são organizados na rede de acordo com o total de parcerias. O tamanho de cada nó destaca os países com mais parcerias e a espessura de cada ponta destaca a quantidade de parcerias entre dois países.

A rede destaca o papel proeminente dos Estados Unidos. Este país é o que tem o maior nó, o que significa que é o que tem mais parcerias. O Japão e a China são respectivamente segundo e terceiro no ranking de total de publicações, mas o tamanho de seus nós mostra um grau menor de parceria do que outros países com menos publicações. Por exemplo, a França e o Reino Unido são países com muito menos publicações do que esses dois, mas com maior grau de entrada na rede. Os dados sugerem que, para a China e o Japão, existem mais parcerias entre organizações dentro do país do que com organizações de outros países.

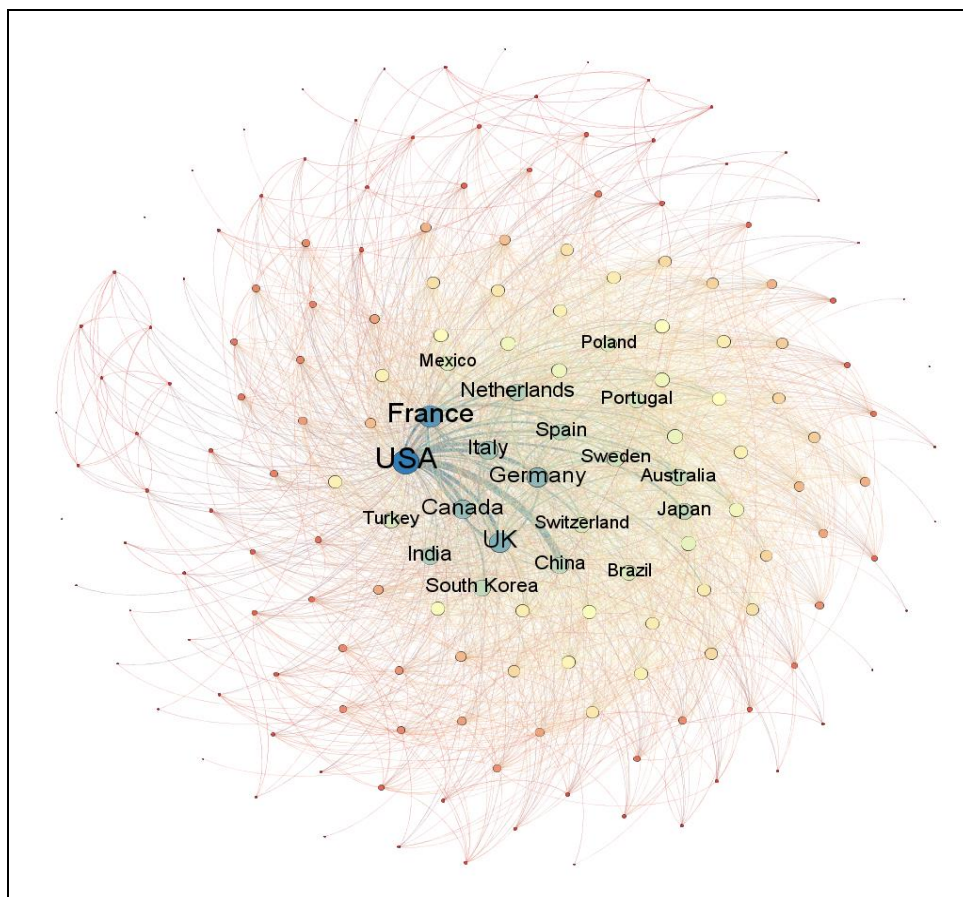


Figura 3 – Rede de países com publicações em câncer



De fato, entre as principais organizações mundiais em termos de publicação e parcerias científicas em câncer, encontra-se um resultado semelhante. Levando em consideração aquelas com publicações relativas de 1%, existem vinte organizações de seis países diferentes: (1) os Estados Unidos, com doze organizações, (2) a China, com quatro organizações e (3) o Canadá, a Suécia, a Coreia do Sul e a Alemanha, com uma organização cada. Embora se assemelhe ao ranking dos países, pode-se ver algumas distinções importantes. A China está próxima dos Estados Unidos em termos de publicações de países, mas a relevância dos Estados Unidos se destaca quando individualizamos a análise por organização. A soma das três primeiras organizações do ranking, todas americanas, representa aproximadamente 10% do total de publicações científicas sobre câncer no período

Outro destaque entre as organizações é o Karolinska Institutet, na Suécia. Esta organização é a décima terceira deste ranking, com uma representação muito superior em comparação com a Suécia entre as publicações totais dos países. O Karolinska Institutet é responsável por mais da metade das publicações de câncer na Suécia e publica um pouco menos do que as principais organizações de câncer da China. Fundada em 1810, esta organização é uma das principais organizações médicas do mundo, com 80% de sua receita exclusivamente dedicada à pesquisa (ECANCER INSTITUTES, 2018).

Já a rede das organizações reforça que as principais instituições em termos de parcerias estão localizadas em países com maior número de publicações sobre câncer. No entanto, mais uma vez a comparação do total de publicações e parcerias na China tem resultados diferentes. Embora este país tenha quatro das vinte organizações com mais publicações sobre câncer, o número de parcerias é significativamente menor do que algumas organizações com muito menos publicações. Nota-se que a escala menor de parcerias nas organizações chinesas não é apenas para parcerias entre diferentes países, mas também dentro do próprio país. Os dados sugerem que o alto volume de publicações neste país é mais frequentemente resultado de esforços intrainstitucionais.

Outra categoria relevante para mapear publicações científicas sobre câncer é área de pesquisa. A equipe da Thomson Reuters lê artigos indexados no banco de dados da Web of Science e atribui uma ou mais áreas de pesquisa a cada um deles.



Atualmente, o banco de dados está dividido em 151 áreas de pesquisa, provenientes de cinco grandes áreas de pesquisa: (1) Biomedicina e Ciências da Vida, (2) Ciências Físicas, (3) Tecnologia, (4) Artes e Humanidades e (5) Ciências Sociais (CLARIVATE ANALYTICS, 2018).

No nosso levantamento, as áreas de pesquisa mais proeminentes podem ser divididas em grandes áreas de conhecimento segmentadas por locais de câncer (obstetrícia e ginecologia, sistema respiratório, etc.), tipos de tratamento (cirurgia, radioterapia, imunologia, etc.) e tipos de conhecimento científico (célula, biologia molecular, etc.). Destacam-se as pesquisas relacionadas à biologia celular em relação às demais, com mais de 10 mil publicações indexadas. As outras áreas de pesquisa representam as principais modalidades de diagnóstico e tratamento do câncer, com exceção da imunologia, que fica apenas na décima sexta posição. Embora esta modalidade de tratamento seja atualmente considerada uma das mais modernas no tratamento do câncer, as abordagens tradicionais ao tratamento ainda são as que concentram a maior quantidade de publicações.

A





Figura 4 divide as publicações da área de pesquisa ao longo do tempo. Pode-se ver o aumento do número de publicações na área da biologia celular. Salta de 514 publicações em 2012 para 3411 publicações em 2016 (ou 564%). Outras áreas também cresceram nesse período, como cirurgia, patologia e pesquisa e medicina experimental. Ao mesmo tempo, as áreas de "radiologia, medicina nuclear e imagens médicas" e o sistema respiratório tiveram uma redução no número de publicações.

Destaca-se também a área de pesquisa e medicina experimental. De acordo com a classificação de Thomson Reuter, essa categoria inclui trabalhos que analisam ou promovem a criação de técnicas consideradas extremamente inovadoras. A maior parte do trabalho envolve pesquisa em um estágio inicial de desenvolvimento, isto é, ainda distante do mercado e com grande incerteza associada ao seu futuro. Esta categoria aumentou de forma constante neste período (aumento de 86%). A busca por intervenções inovadoras no tratamento do câncer tem sido uma tendência na indústria e na academia há algumas décadas e o financiamento dessas pesquisas vem crescendo substancialmente (KANAVOS et al., 2010). A pesquisa e o desenvolvimento em oncologia são conhecidos na indústria como tendo uma das menores taxas de sucesso (e custos mais elevados) entre as doenças mais prevalentes no perfil epidemiológico global. Normalmente, para cada nova molécula que entra no estudo clínico, a probabilidade de se tornar um produto comercialmente viável é de apenas 5% (KANAVOS et al., 2010). Ainda assim, em 2016 havia 544 empresas no mundo com pesquisa clínica em estágio avançado e pelo menos 631 novas moléculas no estágio de desenvolvimento (AITKEN, 2016).



Figura 4 – Publicações em câncer por área de pesquisa

Além desses dados, podemos acrescentar informações adicionais mostrando publicações da área de pesquisa por país ao longo do tempo. Destacam-se principalmente a distribuição dos Estados Unidos e da China em termos de publicações. Além de um grande número de publicações na área de biologia molecular, pode-se notar que há uma especialização nesses países para as outras oito áreas de pesquisa com maior frequência de publicações. Os Estados Unidos concentram suas pesquisas em: (1) obstetrícia e ginecologia, (2) radiologia, medicina nuclear e imagens médicas, (3) cirurgia, (4) bioquímica e biologia molecular, (5) saúde pública, ambiental e ocupacional e (6) genética e hereditariedade. Por outro lado, a China concentra publicações em: (7) patologia e (8) pesquisa e medicina experimental. Não foi possível examinar profundamente as publicações indexadas da China em pesquisa e medicina experimental, mas parece que esse país é o mais dedicado aos avanços científicos radicais nos últimos cinco anos. De fato, a estratégia de financiamento do governo chinês aponta para uma busca por intervenções inovadoras no tratamento do câncer (YOU et al., 2015).



No que diz respeito às principais palavras-chave dos artigos, inicialmente retiramos o termo 'câncer', que foi o mais frequente por motivos óbvios. Esta classificação contém todos os termos com pelo menos 1% de participação no total de palavras-chave. Podemos dividir os termos entre tipos específicos de câncer, terapias e tecnologias. As três palavras-chave mais frequentes são câncer de mama, câncer de pulmão e câncer colorretal. Além destes três tipos específicos de câncer também estão entre os mais citados: próstata, gástrica, cervical, pâncreas, bexiga, fígado, cólon, cabeça e pescoço e câncer endometrial, nesta ordem. Quimioterapia, radioterapia e cirurgia também são proeminentes - esses são os tratamentos convencionais mais comuns para o câncer. Os termos metástase, biomarcadores, microRNA, imunohistoquímica e carcinógeno de células-tronco completam o ranking das palavras-chave mais frequentes nos documentos analisados.

A proeminência do câncer de mama entre as palavras-chave provavelmente está relacionada à sua relevância no perfil epidemiológico global. O câncer de mama é responsável por 6% das mortes por câncer e 12% dos novos casos registrados em 2012. Embora existam dados mais atualizados para países específicos, os números para o número total de casos de câncer no mundo, compilado pela Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC) da Organização Mundial da Saúde, só está atualizada para 2012. Embora o câncer de mama masculino exista em menor proporção, se forem considerados apenas cânceres em mulheres, este é o que tem a maior taxa de mortalidade (14,7% do total de mortes por câncer) e maior incidência (25,2% do total de novos casos) em 2012. O câncer de mama é o câncer mais comum em mulheres em 140 países e a causa mais frequente de mortalidade por câncer em 101 países (WHO, 2014).

Além do câncer de mama, o câncer de pulmão e colorretal também tem destaque no perfil epidemiológico global. O câncer de pulmão é o câncer com as maiores taxas de mortalidade e incidência entre todos os cânceres no ano de 2012, enquanto o câncer colorretal é o terceiro em termos de incidência e o quarto em termos de mortalidade. Uma análise dos números de incidência e mortalidade em câncer mostra que as publicações são muito mais consistentes com as taxas de incidência de doenças do que com suas taxas de mortalidade.



O montante total investido em pesquisa em cada uma dessas áreas também pode ser outro fator para explicar essa distribuição. Uma proxy para esses investimentos pode ser encontrada no total de investimentos feitos pelos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), a principal organização de financiamento de pesquisa nos Estados Unidos. O câncer de mama é o que tem o maior investimento entre todos os outros tipos de câncer, com quase o dobro do financiamento em comparação com o segundo câncer pediátrico (US \$ 656 milhões e US \$ 351 milhões em 2016). Os cânceres de pulmão e colorretal também são cânceres com muito financiamento nos últimos anos (NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar o papel que o mapeamento de publicações científicas e das redes realizados neste trabalho possui para análise e planejamento científico e tecnológico. Além de proporcionar uma visualização concisa da distribuição do conhecimento científico em milhares de publicações em todo o mundo, o mapeamento fornece elementos-chave para entender a dinâmica deste conhecimento. Embora o período analisado para o trabalho tenha sido de apenas cinco anos, foi o suficiente para mostrar tendências entre áreas de pesquisa, e a ascensão da China como agente importante na geração de conhecimento. As redes, por sua vez, mostraram como o câncer é alvo de esforços interinstitucionais em todo mundo – com maior densidade entre os países ocidentais.

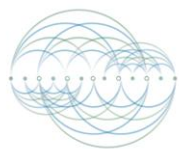
REFERÊNCIAS

AGGARWAL, A. et al. The state of lung cancer research: A global analysis. **Journal of Thoracic Oncology**, v. 11, n. 7, p. 1040–1050, 2016.

AITKEN, M. Global Oncology Trend Report. **IMS Institute for Healthcare Informatics**, n. June, 2016.

BENDELS, M. H. K. et al. Gendermetrics of cancer research: results from a global analysis on lung cancer. **Oncotarget**, v. 8, n. 60, p. 101911–101921, 2017.

CENTRAL COMMITTEE OF THE COMMUNIST PARTY OF CHINA. **The 13th five-year plan for economic and social development of The People's Republic of**



China (2016-2020). Disponível em:
<en.ndrc.gov.cn/newsrelease/201612/P020161207645765233498.pdf>.

CHEN, W. et al. Cancer statistics in China, 2015. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 66, n. 2, p. 115–132, 2016.

CLARIVATE ANALYTICS. **Science Citation Index Expanded**. Disponível em: <http://mjl.clarivate.com/scope/scope_scie/>.

COCCIA, M.; WANG, L. Path-breaking directions of nanotechnology-based chemotherapy and molecular cancer therapy. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 94, p. 155–169, 2015.

ECANCER INSTITUTES. **Karolinska Institutet**. Disponível em: <<http://ecancer.org/institute/88-karolinska-institutet.php>>.

FITZMAURICE, C. et al. **Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 32 cancer groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study Global Burden JAMA Oncology**, 2017.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3, p. 215–239, 1978.

GOLBECK, J. **Analyzing the Social Web**. 1. ed. Waltham, MA: Elsevier Inc., 2013.

GONZÁLEZ-ALBO, B.; BORDONS, M. Articles vs. proceedings papers: Do they differ in research relevance and impact? A case study in the Library and Information Science field. **Journal of Informetrics**, v. 5, n. 3, p. 369–381, 2011.

KANAVOS, P. et al. **The role of funding and policies on innovation in cancer drug development** *cancermedicalscience*, 2010.

MIAO, Y. et al. **Trends in esophageal and esophagogastric junction cancer research from 2007 to 2016** *Medicine (United States)*, 2017.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. **Estimates of Funding for Various Research, Condition, and Disease CATEGORIES (RCDC) Research Portfolio Online Reporting Tools (RePORT)**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://report.nih.gov/categorical_spending.aspx>.



SPANDIDOS. **Molecular Medicine Reports**. Disponível em:
<https://www.spandidos-publications.com/pages/mmr/aims_scope>.

STEWART, B. W.; WILD, C. P. World cancer report 2014. **World Health Organization**, p. 1–2, 2014.

SULLIVAN, R.; ECKHOUSE, S.; LEWISON, G. Using Bibliometrics to Inform Cancer Research Policy and Spending. 2005.

WANG, Y. et al. Trends of triple negative breast cancer research (2007–2015). **Medicine**, v. 95, n. 46, p. e5427, 2016.

WHO. Global status report on noncommunicable diseases 2014. **World Health**, p. 176, 2014.

YOU, H. et al. China's landscape in oncology drug research: perspectives from research collaboration networks. **Chinese Journal Of Cancer Research = Chung-Kuo Yen Cheng Yen Chiu**, v. 27, n. 2, p. 138–147, 2015.