

# INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS SOBRE O TEMA “INOVAÇÃO E SOFTWARE LIVRE” NA BASE DE DADOS DE ARTIGOS CIENTÍFICOS WEB OF SCIENCE

## BIBLIOMETRIC INDICATORS FOR THE TOPIC “INNOVATION AND FREE SOFTWARE” IN THE WEB OF SCIENCE SCIENTIFIC DATABASE

Vitor da Silva Gonçalves\*  
Samuel Alex Coelho Campos\*\*

### RESUMO

Nas duas últimas décadas, o *software* livre cresceu em adoção, partindo de um pequeno nicho para a adoção em massa pela indústria. Entretanto, observa-se pouca inserção no mercado de produtos inovadores voltados ao usuário final e licenciados de forma livre. Objetivo: Desse modo, o presente trabalho visa identificar os esforços sendo desenvolvidos no sentido de desvendar ou desenvolver a capacidade de inovação por meio do uso de *software* livre, promovendo-o e incentivando seu uso pela indústria. Metodologia: A partir desta perspectiva, foi realizada uma pesquisa bibliométrica na base de dados de artigos científicos Web of Science, que levantou indicadores de regiões geográficas, evolução temporal, autores, periódicos, instituições e área de estudo. Conclusão: Os resultados indicaram um crescimento global nos estudos sobre inovação e *software* livre inferior ao crescimento global no número de projetos de *software* livre, uma menor atuação científica de alguns países de grande relevância mundial no desenvolvimento de *software* livre, em especial a China, e ainda uma baixa atuação no tema pelos pesquisadores das áreas econômicas no Brasil em relação ao restante do mundo.

**Palavras-chave:** Bibliometria. Software Livre. Código aberto. Inovação.

### ABSTRACT

In the last two decades, free and open source software has grown in adoption from a small niche to mass adoption in the industry. However, very few corporations can be observed bringing innovative products to the market under a free and open source license. Objective: Therefore, this study aims to identify the efforts being performed to research or develop the innovability of free and open source software. Methodology: From this perspective, the present work performs a bibliometric analysis in the Web of Science scientific database and provides indicators of geographic regions, temporal evolution, authors, journals, institutions and study areas. Results: The results indicate a smaller growth in global research in the field of innovation and free and open source software when compared to the growth of open source projects, a smaller scientific development from some countries with relevance in open source software development, especially

---

\* Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pelo Instituto Federal Fluminense. [vitorsgoncalves@proton.me](mailto:vitorsgoncalves@proton.me)

\*\* Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo e professor adjunto na Universidade Federal Fluminense. [samuelpcampos@id.uff.br](mailto:samuelpcampos@id.uff.br)

China, and a smaller Brazilian participation in the field from economic studies, when compared to the rest of the world.

**Keywords:** Bibliometrics. Free Software. Open Source. Innovation.

## **Introdução**

A inovação é um processo fundamental para o avanço tecnológico, que reflete em alterações na estrutura social. É ainda considerada uma força motriz para o vigente sistema econômico (Schumpeter, 1949), que se estagnaria em sua ausência. A inovação tecnológica pode ser compreendida como a introdução de um novo produto ou processo no meio de vida das pessoas. Sua definição, segundo o Manual de Oslo (2018), é a de um produto novo ou melhorado, ou um processo (ou combinações destes), que se diferem significativamente dos anteriores e que tenham sido colocados à disposição dos usuários ou colocado em uso para estes.

A importância da inovação tecnológica na sociedade moderna foi destacada por Schumpeter (1983), que a descreveu como uma força responsável pelo desenvolvimento econômico, uma vez que cria desequilíbrios e novos rumos, desviando a economia de um estado de estagnação. O autor ainda apontou a diferença entre uma invenção, realizada pelos inventores, de forma não acessível ao público, e uma inovação, realizada pelos empreendedores, disponibilizando uma invenção ao público. Seus trabalhos constituem a base sobre a qual se desenvolveram as principais teorias sobre a inovação tecnológica.

O conceito de inovação foi desenvolvido ao longo do século e, no contexto moderno, é considerado um processo sistêmico, dinâmico e não-linear, que envolve uma diversidade de atores e suas diferentes interações, seja no fluxo de informação entre eles, políticas, barreiras, estruturas institucionais, entre outras (Greenacre; Gross; Speirs, 2012). Uma das mais influentes teorias da inovação na atualidade é a teoria dos sistemas de inovação tecnológica, que enfatiza as interdependências entre os elementos que participam do processo inovador e, dessa forma, destaca o papel da ciência neste processo, atuando em todas as etapas, e não apenas na responsabilidade das instituições de ensino e pesquisa (Bergek *et al.*, 2015).

Essa forte atuação da ciência e das atividades de pesquisa no processo inovador faz das instituições de ensino e pesquisa importantes atores no processo, além de tornar a produção científica um indicador sobre o progresso da inovação em uma determinada

área, que, se combinado de outros indicadores, permite uma compreensão holística do cenário de uma tecnologia ou uma temática.

O conceito de *software* livre, por sua vez, é amplo e se baseia em um modelo de distribuição de *software* que permite sua cópia, uso, modificação e redistribuição pelos usuários. Sobre esse modelo, foram construídas uma família de licenças; uma base de código licenciado; e uma comunidade de desenvolvedores, usuários e empresas engajadas seja no desenvolvimento, uso e/ou disseminação do *software* livre. Sua natureza se contrasta com o modelo tradicional de desenvolvimento, ou *software* proprietário, e, por isso, são empregados, usualmente, diferentes modelos de desenvolvimento, focados na colaboração.

Embora as ideias de colaboração e coletividade já existissem muito antes do seu surgimento, o movimento do *software* livre, teve seu início na década de 1980, impulsionado por Stallman (2002), com o projeto GNU, visando criar um sistema operacional livre como uma forma de protesto contra as restrições desenvolvidas no cenário do *software*. No mesmo período, foram desenvolvidas as primeiras licenças de *software* livre, consolidando a base jurídica do movimento.

O movimento do *software* livre se fundamenta em princípios éticos envolvidos na dinâmica do uso e compartilhamento de *software*, considerando o desenvolvimento de código proprietário como não ético. Dessa forma, o movimento atraiu pouco interesse da indústria, que se baseia nas questões econômicas. Foi nesse sentido que um novo grupo se formou em volta dos princípios de colaboração no desenvolvimento de *software*, chamado movimento “open source”, ou movimento do código aberto. O termo foi criado em 1998, com o anúncio da publicação do código-fonte do navegador Netscape, e levou à criação de uma organização chamada OSI, voltada para educação e defesa dos interesses do *software* de código aberto (OPEN SOURCE INITIATIVE, 2018).

Apesar da existência de dois grupos, tomando frentes distintas e movidos por princípios divergentes, não há diferença significativa entre o *software* livre e o *software* de código aberto, uma vez que ambas as organizações promovem, em sua maioria, as mesmas licenças (FREE SOFTWARE FOUNDATION, 2023). O termo “open source” é mais popular na língua inglesa devido à ambiguidade gerada pelo termo “free software”, que pode ser utilizado para definir um *software* proprietário, mas distribuído gratuitamente, enquanto a licença de *software* livre não implica necessariamente em gratuidade (Rosen, 2005; Stallman, 2022). Já na língua portuguesa, não há ambiguidade no termo “software livre”, cujo único significado é o de *software* licenciado de forma a

garantir as liberdades supracitadas. O termo “código aberto” é também bastante utilizado, muitas vezes como uma tradução direta de “open source”. Como não há diferenciação relevante entre os termos e são ativamente utilizados como sinônimos, este trabalho utilizou de ambos, indistintamente.

O crescimento no desenvolvimento de *software* livre foi documentado sistematicamente por Deshpande e Riehle (2008), que observaram o crescimento em sua produção entre 1993 e 2007, no SourceForge, o repositório de código mais utilizado na época. Os autores identificaram dois modelos de crescimento exponencial, sendo o primeiro considerando todas as contribuições de código e o segundo, ignorando aquelas com grandes números de linhas de código, com a finalidade de evitar a contabilização de contribuições baseadas em código copiado e colado. Os autores identificaram, nas curvas dos modelos obtidos, uma taxa exponencial de crescimento, com a quantidade de contribuições se duplicando a cada 12,5 e 14,9 meses em cada uma das suas abordagens.

Diante dessa rápida popularização e adoção, o início da década de 2000 foi marcada pela mudança na postura das grandes empresas de *software* em relação ao código aberto, como apontado por Clark (2014), que destacou a entrada do *software* livre no mercado *enterprise*, com crescente número de colaboradores trabalhando para grandes empresas e até mesmo para o governo. Desde então, sua recepção veio crescendo até atingir um patamar no qual a maioria dos profissionais da tecnologia de informação trabalham, em algum grau, com *software* livre (Cormier, 2022).

A mudança na recepção pela indústria pode ser observada ao comparar o posicionamento da Microsoft, uma das maiores empresas de tecnologia do mundo, em relação ao *kernel* Linux, um dos mais populares produtos de *software* livre, no início dos anos 2000 com o posicionamento apresentado na década seguinte. Em 2001, o então diretor-executivo da empresa realizou uma declaração pública comparando o Linux a um câncer, que se alojaria onde quer que tocasse (Greene, 2001). Já em 2015, a diretora-executiva da mesma empresa exibiu, em apresentação pública, um *slide* em que estava escrito “Microsoft ♥ Linux”, que pode ser entendido como “Microsoft ama o Linux” (MICROSOFT WINDOWS SERVER TEAM, 2015). Desde então, a empresa vem trabalhando para incorporar partes do Linux e outros projetos de *software* livre em seus produtos, assim como no desenvolvimento de código aberto.

Entretanto, ainda que muito utilizado pelas grandes indústrias, o *software* livre não é, na maioria das vezes, utilizado como modelo de distribuição dos produtos principais, mas para a distribuição de ferramentas para desenvolvimento de *software*,

como bibliotecas e *frameworks* (Coelho; Valente, 2017). Desse modo, as inovações do mercado tendem a não alcançar o usuário final na forma de *software* livre, mas sim sob licenciamento proprietário, apenas apoiadas pelo uso de código aberto.

Motivado pela aparente contradição entre a alta popularidade do *software* livre e a escassez de produtos inovadores em licenciamento aberto voltados ao público geral, o presente trabalho visa identificar se o aumento na produção de *software* livre foi acompanhado de elevação na produção científica relacionada, já que, considerando o papel da ciência no processo inovador, indicadores de produção científica podem fornecer estimativas relacionadas à inovação tecnológica em uma área de estudo, além de que maiores interesses de pesquisa podem refletir na melhor compreensão do fenômeno e elaboração de políticas de incentivo à criação de produtos de *software* livre inovadores no mercado. Nesse sentido, foi analisada a produção científica relacionada a *software* livre e inovação indexada na base de artigos científicos Web of Science durante o período entre 2000 e 2022, no qual houve o aumento substancial na produção de *software* livre mencionado. Foi ainda construído um comparativo entre a produção brasileira e a global, objetivando analisar se o país possui níveis de interesse maiores ou menores pelo tema. Para isso, foram obtidos indicadores bibliométricos, que permitem auxiliar na discussão sobre a inovação tecnológica por meio do uso de *software* licenciado de forma aberta.

A bibliometria foi definida por Pritchard (1969) como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outras mídias de comunicação. No campo científico, a bibliometria permite a sistematização das pesquisas de um campo de estudo e o endereçamento de problemas a serem investigados em pesquisas futuras (Chueke; Amatucci, 2015).

Dentre as aplicações da bibliometria, está a construção de indicadores. Segundo Guimarães e Bezerra (2020), os indicadores buscam, em linhas gerais, “medir a produtividade, estabelecer relações, identificar colaboração e concorrência de elementos em uma amostra de documento”. Os indicadores podem ser aplicados a diferentes unidades de análise, como autores, instituições, países, regiões, revistas, artigos ou palavras-chave, e podem ser obtidos a partir de diferentes fontes, como bases de dados bibliográficas, metabuscadores ou ferramentas analíticas. Mugnaini *et al.* (2004) destacaram que a importância da elaboração de indicadores bibliométricos de ciência e tecnologia se dá por meio da representação de conceitos complexos de forma simplificada, cumprindo a finalidade de apontar os resultados dos esforços destinados à ciência e tecnologia e apresentando utilidade para se entender o ciclo de gestão,

reprodução e disseminação da ciência e o aprimoramento da política científica e tecnológica nacional.

Nesse sentido, o presente trabalho elaborou, a partir de dados de base bibliográfica, indicadores de atividade de pesquisa e indicadores de distribuição geográfica, autores, instituições e áreas de estudo. A partir dos indicadores elaborados, é possível o auxílio na elaboração de novas pesquisas na área e na realização de políticas públicas de incentivo à inovação com *software* livre.

## **2 Metodologia**

Foi realizado um estudo bibliométrico, utilizando a base de dados Web of Science para analisar a produção de publicações sobre o tema “*software* livre e inovação” e construídos indicadores referentes à localização geográfica, autores, instituições, evolução temporal e periódicos.

A Web of Science é uma base de dados multidisciplinar desenvolvida pela Clarivate, agregando acervos regionais, especialidades, dados e patentes, contando com mais de 155 milhões de registros. Seu acervo principal conta com artigos provenientes de mais de 21000 periódicos em todo o mundo (WEB OF SCIENCE PLATFORM, [s. d.]).

A coleta na base de dados, acessada por meio do Portal de Periódicos da Capes, foi realizada no dia 28 de maio de 2022, utilizando as palavras-chave de busca “free software”, “open source” e “innovation”. Os campos pesquisados foram os de título, resumo e palavras-chave, e os tipos de documentos selecionados foram os de artigos e artigos de revisão. Foi ainda realizada uma restrição temporal, com resultados a partir de 2000 até 2022, com a finalidade de realizar uma observação voltada para a atualidade e tomando como base o fato de o *software* livre ser um fenômeno que ganhou espaço a partir dos anos 2000. Foram realizadas buscas sem limitação de região geográfica e com limitação ao Brasil, para permitir a comparação entre níveis de pesquisa brasileira e global na área.

As expressões de busca completas utilizadas foram “TS=(((“open source” AND software) OR “free software”) AND innovation) AND PY=(2000-2022)”, para a busca sobre o tema, e “PY=(2000-2022)”, para a busca sobre todos os temas. A comparação entre as publicações para o tema e para todos os temas permite realizar uma estimativa da dimensão das pesquisas na área e seu crescimento, ao observar se há mais ou menos publicações para o tema, em relação ao total de publicações.

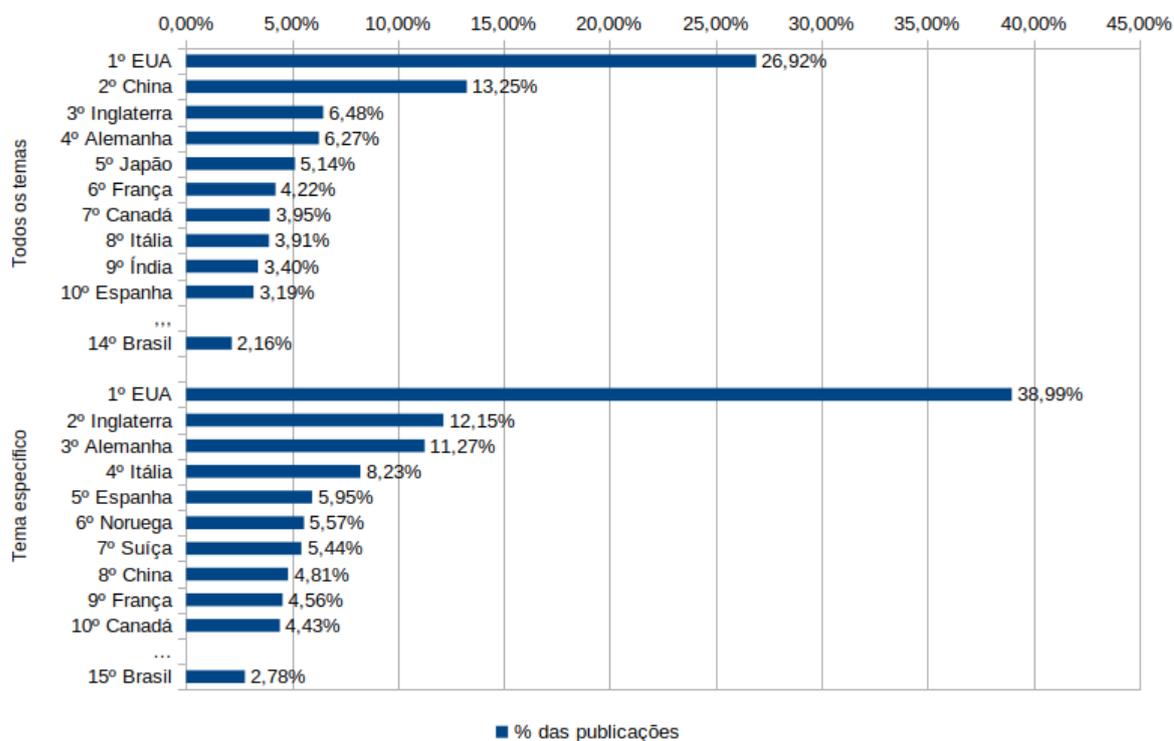
Foram obtidos dados referentes à quantidade de artigos por ano, autores, área de estudo, instituição, região geográfica e periódico. Para a obtenção dos resultados, foi utilizado o recurso de análise da plataforma Web of Science e a função de exportação para arquivos CSV. Em seguida, foi utilizada ferramenta de planilha eletrônica para tratamento dos dados e geração de gráficos. A análise foi realizada por meio de ambas as ferramentas, a fornecida pela plataforma e os dados tratados externamente.

Durante a interpretação dos dados, foram consideradas as limitações da pesquisa bibliométrica, conforme apontadas por Haustein e Larivière (2015), como a não representação da atividade de pesquisa em si, mas de conceitos relacionados a esta, além de que nem toda atividade de pesquisa resulta em publicação, e as limitações da base de dados utilizada, que, segundo Mongeon (2016), possui um menor acervo nas áreas de ciências sociais, artes e humanidades, se comparados com as demais áreas. Contudo, entende-se que essas limitações não comprometeram os objetivos e conclusões desse trabalho, principalmente por se tratar de um tema multidisciplinar.

### **3 Resultados e Discussão**

Os termos de busca retornaram, para o tema pesquisado, um total de 789 artigos em todo o mundo, sendo 22 brasileiros, para o tema pesquisado, enquanto um total de 30566045 artigos em todo o mundo, sendo 820632 brasileiros, quando sem delimitação de tema. Foram selecionados os 10 países com mais publicações, além do Brasil, tanto para as produções abrangendo todos os temas, quanto em relação ao tema específico, e elaborado o Gráfico 1, apresentando os principais países e regiões atuantes na atividade de pesquisa da base de dados utilizada.

Gráfico 1 - Comparação entre as 10 regiões com mais publicações e posição brasileira para todos os temas e para o tema pesquisado



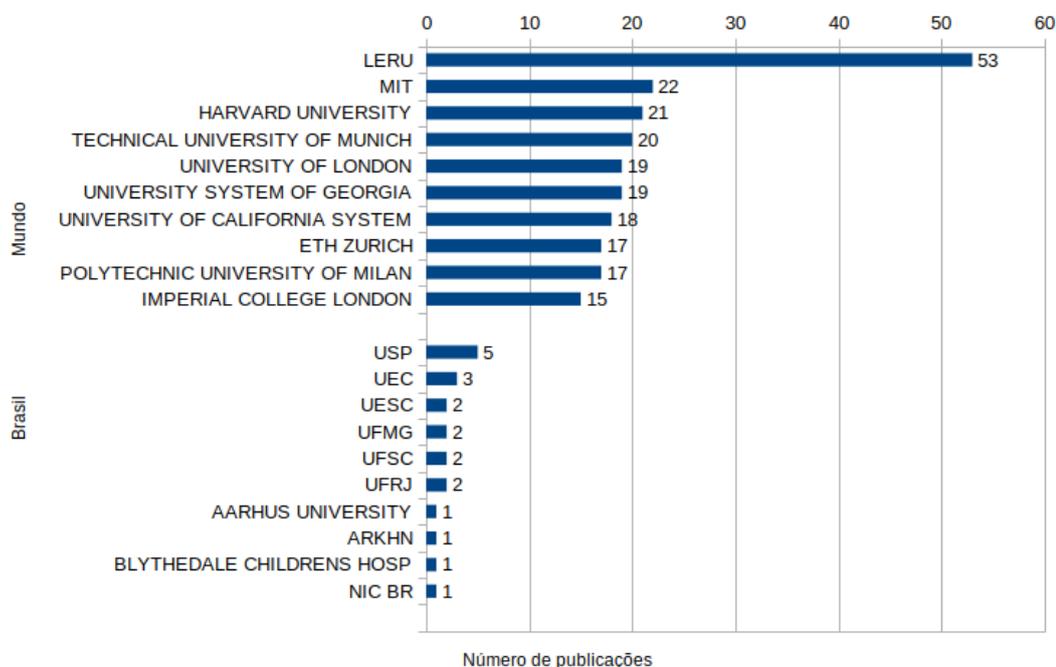
Observa-se, em relação ao tema em questão, uma maior predominância de publicações de países ocidentais em relação aos orientais, principalmente nos Estados Unidos da América (EUA) e na Europa, com os EUA apresentando um percentual de 38,99% do total de produções no tema, enquanto 26,92% em todos os temas. Já em relação ao Brasil, observa-se uma colocação ligeiramente inferior, ocupando a 15ª posição nas pesquisas sobre o tema, enquanto a 14ª posição em todas as áreas, mas a diferença de percentual é inferior a 0,1%, sugerindo não haver maior ou menor interesse no tema em relação aos demais.

Ao comparar a quantidade de publicações por país com os dados de número de projetos de código aberto populares hospedados no Github por país, obtidos por Mombach *et al.* (2018), observa-se que a alta atuação dos EUA nas pesquisas da área correlaciona-se com a maior quantidade de projetos, em proporção aproximadamente três vezes maior do que a da região geográfica seguinte. Entretanto, a China é a segunda região com mais projetos publicados, mas a oitava em publicações na área de inovação com *software* livre. Uma menor atuação em pesquisas desta área em comparação com quantidade de projetos também se observa no Canadá, França e Japão. As demais regiões apresentadas no estudo citado possuem diferenças inferiores a 2% entre si.

A diferença observada para a China pode representar tanto um menor interesse pelo uso do *software* livre para a inovação, como pode representar uma diferente abordagem, seja em relação ao *software* livre ou em relação à inovação. Um fator relevante pode ser dado pelas diferenças culturais, apontadas por Huang (2017), quanto à relação das pessoas com a propriedade intelectual, como o hábito de compartilhamento e exercício de regras próprias. Nesse sentido, a inovação na China, conforme destacado pelo autor, é realizada, em grande parte, utilizando de regras informais, e não necessariamente legais, de compartilhamento, que ele denomina “gonkai”, e essa informalidade pode refletir no menor número de pesquisas envolvendo inovação e *software* livre, especialmente ao considerar que o conceito formal de *software* livre foi desenvolvido no ocidente, principalmente nos EUA.

Para observar as publicações por instituições, foram selecionadas as 10 instituições com mais publicações sobre o tema, internacionalmente, e todas as 14 instituições com publicações brasileiras, já que o número total é pequeno e a quantidade de publicações é unitária para a maioria delas. Os dados são apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Comparação entre as principais instituições quanto às publicações sobre o tema no Brasil e no mundo.<sup>11</sup>

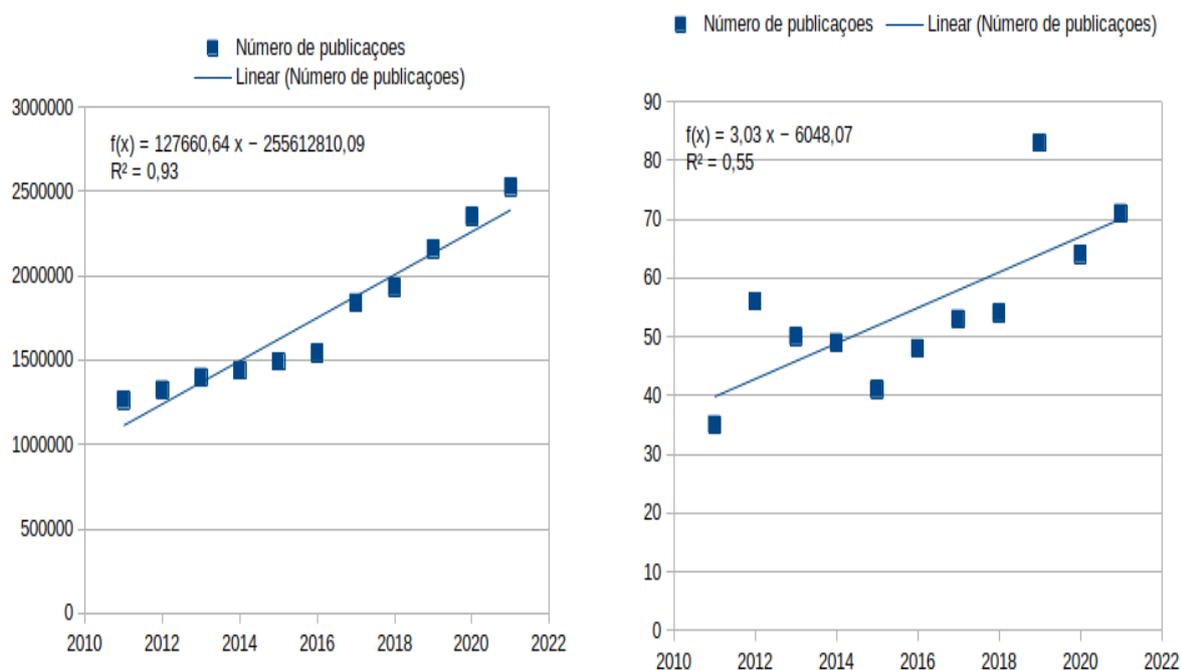


<sup>1</sup> Siglas utilizadas: LERU = League of European Research Universities, MIT = Massachusetts Institute of Technology, USP = Universidade de São Paulo, UEC = Universidade Estadual de Campinas, UESC = Universidade do Estado de Santa Catarina, UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais, UFSC = Universidade Federal de Santa Catarina, UFRJ = Universidade Federal do Rio de Janeiro, NIC BR = Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR.

Em relação às instituições, não se observa fortes diferenças entre quantidades de publicações para o tema, exceto, no cenário global, para a “League of European Research Universities”, que se trata de um consórcio de universidades europeias, contabilizadas no banco de dados como uma única instituição. No cenário nacional também não se observa significativas diferenças quantitativas em publicações. Entretanto, observa-se a presença de algumas universidades internacionais, como a Aarhus University, a Arkhn University e a Blythedale Chidrens Hospital, sugerindo a realização de trabalhos colaborativos entre pesquisadores nacionais e estrangeiros.

Foram obtidos dados sobre a quantidade de artigos publicados por ano para todos os temas e para o tema estudado, tanto para o mundo quanto para a região do Brasil. Em seguida, foi realizada a regressão linear e, a partir dos valores e das curvas obtidas, elaborados gráficos, conforme Gráfico 3, comparando a evolução temporal mundial para todos os temas, exibida à esquerda, e para o tema estudado, exibida à direita. Os parâmetros estimados para ambas as curvas foram significativos ao nível de 1% ( $P < 0,01$ ) e, portanto, são válidas estatisticamente para analisar a evolução temporal do número de publicações no período.

Gráfico 3 - Comparação entre a evolução temporal para todos os temas e para o tema específico ao longo dos anos de 2011 a 2021



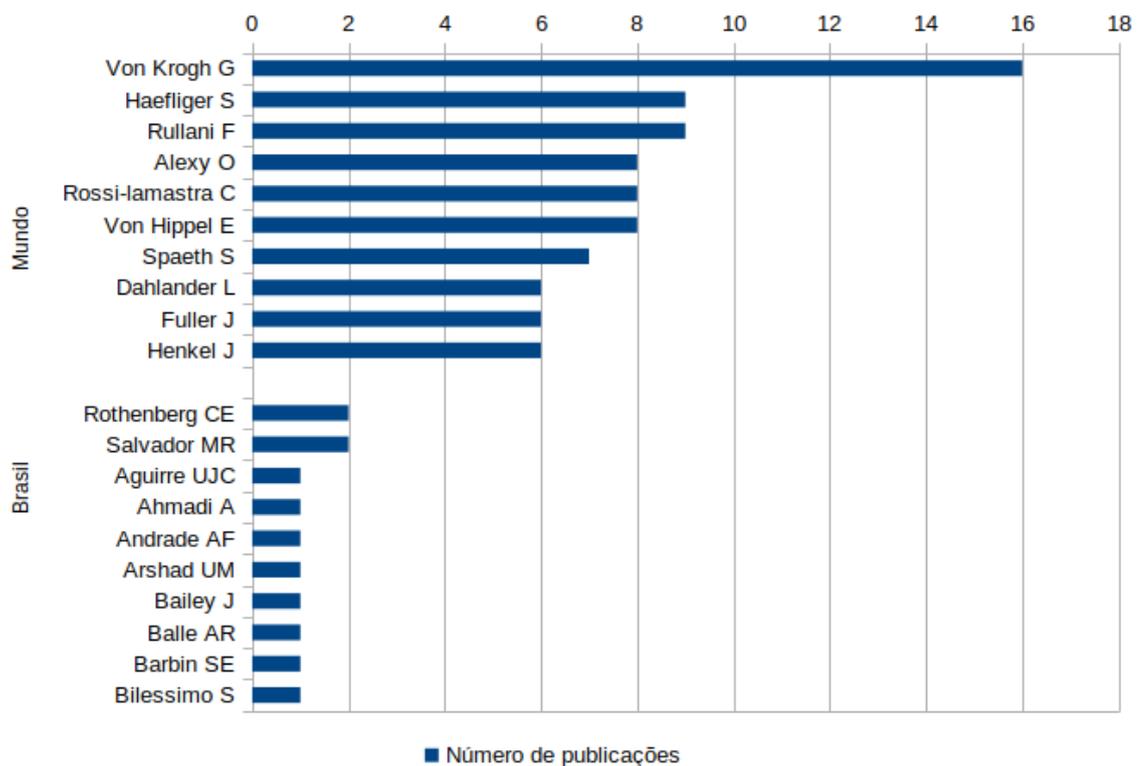
Observa-se, na década de 2011 a 2021, no cenário global, um crescimento regular no número de publicações na base de dados, com uma taxa de crescimento estimada de 7,18% ao ano. Já para o tema específico, observa-se um crescimento com tendência similar, mas com maior dispersão, com uma taxa de crescimento estimada de 7,32% ao ano. As taxas de crescimento observadas foram próximas, o que permite inferir que não há interesse maior ou menor para a área em relação a todos os temas.

No cenário nacional, observa-se um crescimento regular na produção científica indexada na base de dados pesquisada, com uma taxa de crescimento de 8,3%, mas a quantidade de publicações no tema específico não é grande o suficiente para se observar alguma tendência, ou para se estabelecer um indicador estatístico, sugerindo a baixa exploração do tema no país.

Ao comparar o crescimento nas publicações sobre o tema de inovação e *software* livre com o crescimento no número de repositórios hospedados na plataforma Github, cujos dados divulgados informam uma quantidade de 2 milhões de repositórios em 2011 e mais de 200 milhões em junho de 2022, observa-se uma taxa de crescimento nas publicações inferior ao crescimento no desenvolvimento de código em aproximadamente duas vezes (Github, 2022; Neath, 2011). Considerando que os repositórios de *software* livre hospedados no Github possuem natureza distinta, abrangendo projetos pessoais, científicos, comerciais, entre outros, é possível que haja um maior interesse no desenvolvimento de código aberto em um sentido prático, com pouco apoio de atividades de pesquisa, o que pode resultar em desenvolvimento pouco otimizado.

Outro importante parâmetro bibliométrico é a quantidade de publicações do assunto por autor e, portanto, foram obtidos dados de publicações no tema estudado por autor e elaborado um gráfico comparando a quantidade de publicações dos 10 principais autores mundiais e nacionais, conforme o Gráfico 4. Esse Gráfico permite analisar a concentração de publicações por um mesmo autor e a quantidade média de publicações pelos autores da área.

Gráfico 4 - Principais autores por número de publicações

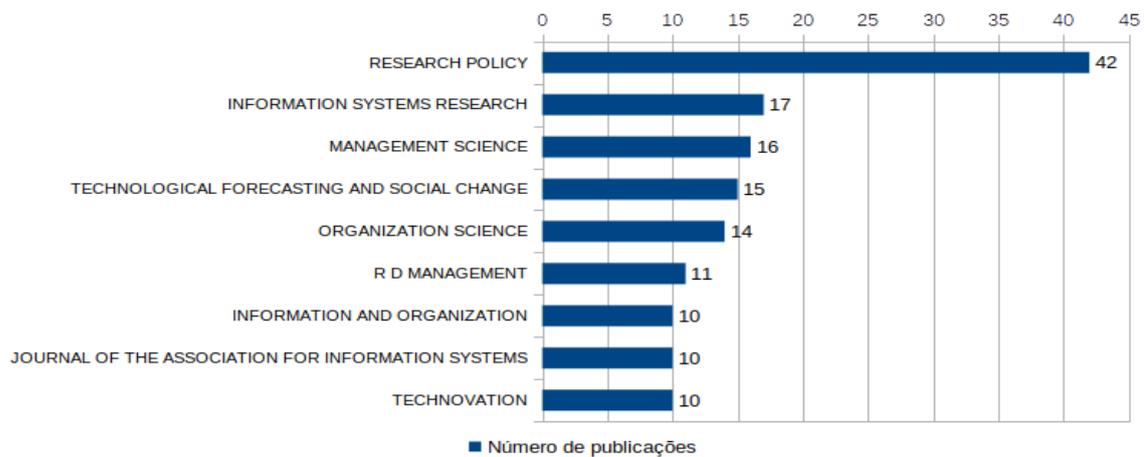


No cenário mundial, o autor com o maior número de publicações no tema é o Von Krogh G., com 16 artigos publicados, um número consideravelmente mais elevado do que o dos seus pares, que não apresentam diferenças entre si maiores do que 3 em quantidade de publicação. Outros autores relevantes são Haefliger S., Rullani F., Alexy O., Rossi-lamastra C., Von Hippel E., e Spaeth S., todos com pelo menos 7 publicações no tema. Outros autores publicaram entre 3 a 6 artigos no tema e a maioria, menos de 3.

No Brasil, não se observa a concentração nas publicações do tema em nenhum autor, tendo a maioria publicado apenas 1 artigo na temática, exceto por Rothenberg C. E. e Salvador M. R., que publicaram 2.

Com a finalidade de mensurar a presença do tema nos periódicos, foram obtidos dados de publicações no tema estudado por periódico e elaborado o gráfico da Gráfico 5, que permite comparar a quantidade de publicações nos 10 principais periódicos mundialmente. São ainda discutidos os dados referentes às publicações sobre o tema nos periódicos brasileiros e realizada a comparação com o perfil de publicação dos periódicos internacionais.

Gráfico 5 - Quantidade de publicações dos principais periódicos no tema



No cenário global, observa-se uma predominância das publicações no periódico Research Policy, com 42 publicações, mais do dobro do segundo com mais publicações, o “Information Systems Research”. Não se observa uma diferença maior do que 6 publicações entre os demais. Já no cenário brasileiro, não se observa predominância de um periódico, com todos apresentando apenas 1 artigo, exceto pelo “IEEE Latin America Transactions”, com 2 publicações.

Quanto ao indicador de publicações por área de estudo, este foi elaborado por meio dos dados obtidos e apresentado no Gráfico 6, que permite comparar a quantidade de publicações nas 10 maiores áreas para o tema no mundo e no Brasil, e identificar diferenças nos padrões de publicação que podem representar uma diferença no interesse pelo tema por pesquisadores de diferentes áreas de atuação.

Gráfico 6 - Principais áreas de estudo do tema



Globalmente, a principal área atuante no tema é a de economia empresarial, correspondendo com o processo de incorporação do *software* livre no mundo corporativo, ocorrido principalmente, a partir da década de 2010. As demais áreas de maior destaque são voltadas à tecnologia, o que é esperado para o tema, por sua natureza. Contudo, observa-se, apesar de não tão elevada como as demais, atuação nas áreas de administração pública e educação.

A principal diferença observada entre o cenário mundial e o nacional são em relação à maior predominância da área de ciência da computação no Brasil, enquanto não se observa essa predominância globalmente, sendo a área de economia empresarial de maior relevância, com 48,23% das publicações. Tal área possui um destaque nacional reduzido, o que pode representar um atraso do Brasil na tendência global de inserção do *software* livre no mundo corporativo, que se traduz em menos pesquisas nas áreas econômicas. Esta hipótese se reforça com a análise do cenário do *software* livre no Brasil, realizada por Campos e Gibertoni (2018), que observaram adoção pela comunidade e alguns incentivos para uso governamental, mas pouca recepção empresarial, sendo esta incentivada majoritariamente com a premissa de economia com compras de licenças, sem considerar outras vantagens, como as relacionadas ao desenvolvimento colaborativo de tecnologias.

De forma geral, os resultados obtidos apontam para uma carência na realização de pesquisas relacionadas a *software* livre e inovação, estando o Brasil ainda em defasagem, se comparado com o mundo. Esta carência nos estudos da área se reflete na realização de políticas pouco otimizadas, como as medidas brasileiras de incentivo adotadas durante a década de 2000. Guerrini (2009) observou que as medidas administrativas tomadas pelo governo buscaram reduzir a defasagem tecnológica e incentivar a inovação, mas que os gestores associaram o uso de código aberto à imediata solução de problemas sociais e, na ausência de diálogo entre as diferentes esferas impactadas, as medidas não incentivaram a colaboração, característica objetivada pelo movimento do *software* livre. Nesse sentido, reforça-se o papel da pesquisa científica para a melhoria na gestão de incentivos à inovação.

### **Considerações finais**

Apesar do crescimento mundial do *software* livre nas décadas de 2000 e 2010 e sua mudança na percepção das grandes empresas, o seu potencial inovador não é um tema

de destaque nas pesquisas científicas, com um nível de publicações acompanhando os indicadores que abrangem todos os temas. Além disso, o crescimento no número de pesquisas não acompanhou o número de repositórios de *software* livre hospedados no Github, cuja taxa de crescimento foi duas vezes maior, sugerindo um interesse reduzido no *software* livre como instrumento para a inovação tecnológica.

O tema é publicado com uma concentração mais elevada em alguns países, principalmente nos EUA e alguns países europeus, como Alemanha, Reino Unido e Itália, enquanto outros locais de alta atividade científica no mundo, como China, Japão e Índia, possuem atuação reduzida no tema, indicando menos interesse no Oriente, mas que pode estar relacionado a diferenças culturais na abordagem do *software* livre.

No Brasil, há ainda um número pequeno de publicações sobre inovação e *software* livre, distribuídas por diferentes instituições e autores, também acompanhando os o nível de produção brasileira. Entretanto, observa-se uma maior atividade de pesquisa nas áreas tecnológicas, e não de economia empresarial, como se observa mundialmente, indicando um diferente foco nas pesquisas e um atraso na recepção do *software* livre no meio empresarial brasileiro.

É importante destacar que, como toda base de dados científica, a indexação de publicações na Web of Science pode não representar em totalidade os padrões de publicações mundiais e/ou de determinadas regiões geográficas, de forma que os resultados deste estudo podem apresentar limitações em alguns contextos, mas que podem ser mitigadas a partir da complementação e comparação com dados de outros estudos. Entretanto, mesmo com limitações, este estudo se apresenta relevante e permite identificar o comportamento das pesquisa sobre a relação entre o *software* livre e inovação.

Nessa perspectiva, o presente trabalho levantou indicadores sobre inovação e *software* livre que permitem auxiliar na compreensão da disparidade entre o desenvolvimento de código aberto e o licenciamento livre de produtos inovadores. A partir da melhor compreensão deste fenômeno, é possível a realização de iniciativas para o fomento da inovação com *software* livre. Adicionalmente, a relação da inovação com o *software* livre ainda é um tópico relativamente novo, possuindo potencial a ser explorado, e novas perspectivas no cenário da inovação, como o conceito de inovação aberta, podem contribuir para estimular o interesse no tema.

## Referências

- BERGEK, A.; HEKKERT, M.; JACOBSSON, S.; MARKARD, J.; SANDÉN, B.; TRUFFER, B. Technological innovation systems in contexts: conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 16, p. 51-64, set. 2015. Disponível em:
- CAMPOS, Pedro Cassone Rodrigues de; GIBERTONI, Daniela. SOFTWARE LIVRE NO BRASIL: uma liberdade compartilhada. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 39–50, 30 jun. 2018.
- CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? **Uma introdução ao Fórum**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015. .
- CLARK, L. **Enterprise Adoption of Open Source Practices is On the Rise**. 2014. Disponível em: <https://www.linux.com/news/enterprise-adoption-open-source-practices-rise/>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- COELHO, J.; VALENTE, M. T. Why modern open source projects fail. *In: JOINT MEETING ON FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING*, 11., **Proceedings[...]**, New York: Association for Computing Machinery, 2017. p. 186–196. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3106237.3106246>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- CORMIER, P. **The State of Enterprise Open Source**: a Red Hat report. 2022. Disponível em: <https://www.redhat.com/en/resources/state-of-enterprise-open-source-report-2022>. Acesso em: 6 nov. 2022.
- DESHPANDE, A.; RIEHLE, D. The Total Growth of Open Source. 2008. **Open Source Development, Communities and Quality**. Boston, MA: Springer US, 2008. p. 197–209. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09684-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09684-1_16).
- FREE SOFTWARE FOUNDATION. Categorias de softwares livres e não livres - Projeto GNU - Free Software Foundation. 2023. Disponível em: <https://www.gnu.org/philosophy/categories.html.en>. Acesso em: 8 jul. 2023.
- GITHUB. GitHub: Where the world builds software. 2022. Disponível em: <https://github.com/>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- GREENACRE, P.; GROSS, R.; SPEIRS, J. **Imperial College Centre for Energy Policy and Technology**. 2012.
- GREENE, T. C. **Ballmer**: “Linux is a cancer”. 2001. Disponível em: [https://www.theregister.com/2001/06/02/ballmer\\_linux\\_is\\_a\\_cancer/](https://www.theregister.com/2001/06/02/ballmer_linux_is_a_cancer/). Acesso em: 31 maio 2022.
- GUERRINI, D. **Software livre no Brasil**: que política para a inovação? 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/21513>. Acesso em: 2 dez. 2021.
- GUIMARÃES, A. J. R.; BEZERRA, C. A. Gestão de dados: uma abordagem bibliométrica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 24, p. 171-186, fev. 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/4192>.

HAUSTEIN, S.; LARIVIÈRE, V. The Use of Bibliometrics for Assessing Research: Possibilities, Limitations and Adverse Effects. *In*: WELPE, I. M.; WOLLERSHEIM, J.; RINGELHAN, S.; OSTERLOH, M. (Orgs.). **Incentives and Performance: governance of research organizations**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 121-139. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-09785-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09785-5_8). Acesso em: 30 maio 2022.

HUANG, A. B. **The Hardware Hacker: adventures in making and breaking hardware**. San Francisco, CA: No Starch Press, 2017.

MICROSOFT WINDOWS SERVER TEAM. Microsoft Loves Linux. 6 maio 2015. Disponível em: <https://cloudblogs.microsoft.com/windowsserver/2015/05/06/microsoft-loves-linux/>. Acesso em: 31 maio 2022.

MOMBACH, T.; VALENTE, M. T.; CHEN, C.; BRUNTINK, M.; PINTO, G. **Open Source Development Around the World: a comparative study**. 2018. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1805.01342>. Acesso em: 19 jun. 2022.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213-228, jan. 2016.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. de M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, v. 33, p. 123-131, ago. 2004.

NEATH, K. **Those are some big numbers**. Disponível em: <https://github.blog/2011-04-20-those-are-some-big-numbers/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

OECD. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**, 4th Edition. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2018. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018\\_9789264304604-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018_9789264304604-en). Acesso em: 29 maio 2022.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **History of the OSI | Open Source Initiative**. 2018. Disponível em: <https://opensource.org/history>. Acesso em: 30 maio 2022.

PRITCHARD, A. Statistical Bibliography or Bibliometrics? **Journal of Documentation**, v. 25, p. 348-349, jan. 1969.

ROSEN, L. E. **Open source licensing: software freedom and intellectual property law**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2005.

SCHUMPETER, J. A. **The Theory Of Economic Development**. [S. l.: s. n.], 1949. Disponível em: <http://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.187354>. Acesso em: 30 maio 2022.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. New Brunswick, N.J: Transaction Books, 1983 (Social Science Classics Series).

STALLMAN, R. M. What is free software. **Free Society: Selected Essays of**, v. 23, 2002.

STALLMAN, R. M. **Why Open Source Misses the Point of Free Software - GNU Project - Free Software Foundation**. 2022. Disponível em: <https://www.gnu.org/philosophy/open-source-misses-the-point.html.en>. Acesso em: 18 jun. 2022.

WEB OF SCIENCE PLATFORM. **Web of Science Group**. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/webofscience-platform/>. Acesso em: 30 maio 2022.