

Uma Análise Bibliométrica da Produção Científica em Apicultura de Precisão

**Carolina Alves Ribeiro¹, Isaura Nelsivania Sombra Oliveira²,
Danielo G. Gomes¹**

¹Grupo de Rede de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza-CE

²Departamento de Ciências da Informação,
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza-CE

carolinaribeiro@alu.ufc.br, {isombra, danielo}@ufc.br

Abstract. *Bibliometrics is a quantitative and statistical technique to contrast metrics of production and dissemination of scientific knowledge. Therefore, the objective of this article is to highlight the global trends of research in the area of precision beekeeping through bibliometric analysis. The datasets used were extracted from Scopus and Web of Science databases. Analyses were performed using Biblioshiny from the Bibliometrix library, used in RStudio software. In the annual scientific production, the years with the most publications on precision beekeeping were 2020-2021. Latvia was the country with the most published works. Computers and Electronics in Agriculture, Engineering for Rural Development and Biosystems Engineering were the journals that stood out. And the trend topics in precision beekeeping from 2016 to 2021 were determined.*

Resumo. A Bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística para aferir métricas de produção e de disseminação do conhecimento científico. Diante disso, o objetivo deste artigo é destacar as tendências globais das pesquisas na área de apicultura de precisão através de análises bibliométricas. Os conjuntos de dados utilizados foram extraídos das bases Scopus e Web of Science. As análises foram feitas usando o Biblioshiny da biblioteca Bibliometrix, usada no software RStudio. Evidenciou-se que o maior número de publicações sobre apicultura de precisão ocorreu nos anos 2020 e 2021, sendo a Letônia o país com mais trabalhos publicados. Computers and Electronics in Agriculture, Engineering for Rural Development e Biosystems Engineering foram os periódicos que se destacaram. E foram determinados os tópicos de tendência em apicultura de precisão (precision beekeeping) de 2016 a 2021.

1. Introdução

Classificada como uma técnica usada pela Ciência da Informação, que pode ser associada à Ciência de Dados [Matos et al. 2022], a Bibliometria é o uso de métodos matemáticos e estatísticos para descrever e quantificar estudos relacionados a uma temática científica [Pritchard 1969] através de dados derivados tanto da literatura científica quanto também de patentes [Okubo 1997], podendo ser aplicada a diversas áreas do conhecimento. E para traçar análises e resultados mais significativos, são utilizadas técnicas bibliométricas,

como a contagem de artigos de acordo com o país, a instituição e o autor, a contagem de citações, a frequência de palavras-chave, a distribuição de frequência de publicações em revistas, a lei de Bradford, a lei de Lotka, etc.

As bases de dados eletrônicas multidisciplinares *Web of Science* (*WoS*) da *Clarivate Analytics* e *Scopus* da *Elsevier* contam com registros em múltiplas áreas científicas, contendo informações gerais de cada publicação, como os autores, os coautores, as citações, as instituições, os periódicos e outras características [FAPESP 2010]. Essas bases fornecem metadados e, por conterem tais informações relevantes, possibilitam análises através da Bibliometria.

Os estudos em apicultura de precisão apresentam técnicas não invasivas para a preservação e o entendimento do funcionamento das colmeias, como o uso de Aprendizado de Máquina, Processamento Digital de Imagens [Santana et al. 2014], Redes Neurais Convolucionais (CNN) [Buschbacher et al. 2020], Análise Acústica [Zgank 2021] e Medição de Temperatura [Zacepins and Meitalovs 2014]. Estes estudos coletam informações, minimizando interferência no desenvolvimento das colmeias de forma que o monitoramento não atrapalhe as atividades e a saúde das abelhas. E a contribuição da análise bibliométrica desses trabalhos pode servir como base para estudos, assim como os tópicos de pesquisa em ascensão obtidos podem proporcionar uma visão geral da área aos estudantes e pesquisadores. Também pode ser usada em processos de tomada de decisões sobre apoio em estudos nessa área, por pesquisadores, empresas, órgãos de fomento e investidores.

Neste contexto, o objetivo geral deste artigo é destacar as tendências globais da pesquisa na área de apicultura de precisão por meio de uma análise bibliométrica. Além disso, foram realizadas análises da produção científica anual, dos países e dos periódicos mais relevantes.

2. Materiais e Método

Nesta seção encontram-se as descrições das etapas executadas durante a pesquisa, que foram: Seleção de palavras-chave, Busca e coleta de dados, Análise de dados e Seleção de dados e análise de resultados.

2.1. Seleção de palavras-chave

Foram selecionadas várias palavras-chave que estavam presentes em trabalhos relacionados com a área de pesquisa estudada. Entre várias estratégias, a escolhida foi usar palavras-chave relacionadas ao grupo de pesquisa dos autores. Elas foram combinadas através de operadores lógicos booleanos, formando *strings* de busca, aplicadas nas bases de dados, gerando resultados aqui apresentados.

2.2. Busca e Coleta de dados

As buscas foram realizadas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e os resultados foram coletados e armazenados, apresentando os seguintes metadados: autores, coautores, ano de publicação, instituição, país, periódico e citações. Os formatos dos arquivos coletados foram .txt e .csv e, em seguida, os dados foram tratados, apresentando inclusive algumas informações faltantes, que foram manualmente adicionadas.

2.3. Análise de dados

Foram feitas análises de cada resultado obtido com os dados carregados no *software RStudio* através da biblioteca *Bibliometrix*. O *Biblioshiny*, do pacote R *Bibliometrix*, é gratuito, apresenta uma interface parcialmente gráfica e se destaca por apresentar muitas ferramentas para fazer análises [Moreira et al. 2020]. Ele teve papel significativo, possibilitando a leitura dos dados importados, gerando tabelas e gráficos para análise dos resultados.

2.4. Seleção de dados e Análise de resultados

Após selecionar as palavras-chave, combiná-las e realizar busca e coleta de dados, foram selecionados os resultados de duas *strings* de busca para este trabalho, para analisar as informações gerais de publicações e os países envolvidos na pesquisa e destacar os principais tópicos de pesquisa e tendências emergentes. Foram selecionadas tais *strings* de busca, sendo uma mais abrangente e outra mais específica. A Tabela 1 apresenta quais palavras-chave compõem as *strings* de busca e a respectiva quantidade de resultados obtidos na *Scopus* e na *Web of Science*.

Tabela 1. Strings de busca

ID	String de busca	Scopus	Web of Science
01	(“precision beekeeping”OR “precision apiculture”) AND “monitoring”	46	34
02	(“precision beekeeping”OR “precision apiculture”) AND “monitoring”AND (“audio”OR “image” OR “video”OR “data science”OR “reliable data”)	7	5

3. Resultados e Discussão

Extraídos da base de dados *Scopus* com a *String 1*, os 46 trabalhos são compostos por 23 artigos, 21 artigos de conferência e 2 revisões, com um total de 123 autores e 122 palavras-chave do autor. Os 34 trabalhos extraídos da base de dados *Web of Science* são compostos por 17 artigos, 15 artigos de evento e 2 revisões, com um total de 106 autores e 96 palavras-chave do autor.

Já com a *String 2*, foram extraídos 7 trabalhos na *Scopus*, sendo 4 artigos e 3 artigos de conferência, com um total de 28 autores e 19 palavras-chave do autor. Os 5 trabalhos extraídos na *Web of Science* são compostos por 3 artigos e 2 artigos de evento, apresentando no geral 22 autores e 14 palavras-chave do autor.

3.1. Produção Científica Anual

Dos resultados obtidos com a *String 1* na *Scopus*, a primeira publicação registrada foi em 2011. Após isso, houve duas publicações em 2013. Em 2014, foi publicado 1 trabalho e, em 2015, foram publicados 6 trabalhos. Depois, houve uma queda no número de publicações, foram publicados 5, 4 e 1 trabalhos nos anos de 2016, 2017 e 2018 respectivamente. Foram publicados 4 trabalhos em 2019. O ano com mais publicações foi 2020, com 15 trabalhos. Em 2021 foram publicados 7 trabalhos (Figura 1a). Na base de dados *Web of Science*, com a *String 1*, os primeiros trabalhos foram publicados em 2013. Houve um aumento na quantidade de publicações em 2015, com 6 publicações, e essa quantidade foi reduzida nos anos seguintes. O ano com mais publicações registradas nessa base

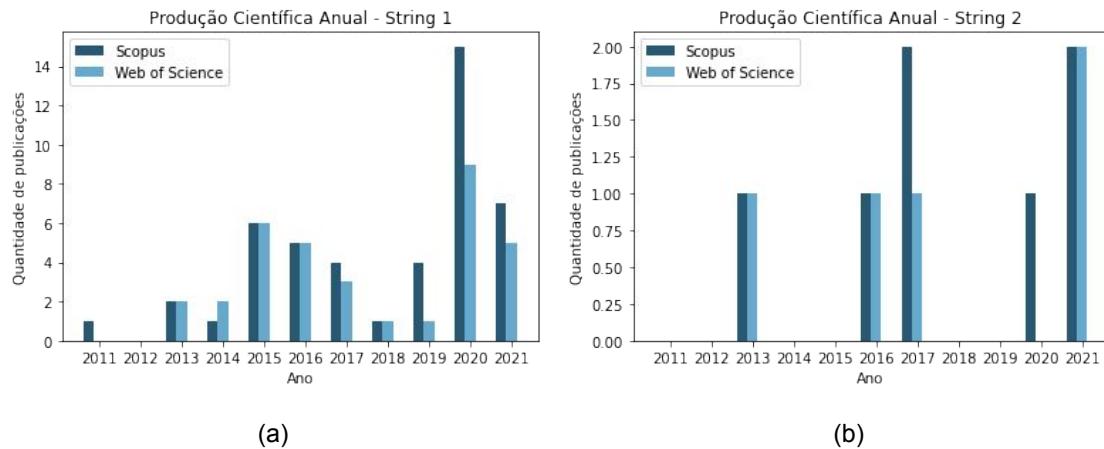


Figura 1. Produção Científica Anual - String 1 e String 2.

de dados foi 2020, com 9 trabalhos. E, em 2021, foram registradas 5 publicações (Figura 1a).

Com a *String 2*, dos trabalhos extraídos da *Scopus*, 2013 foi o ano de registro da primeira publicação. Foi publicado 1 trabalho em 2016 e, em 2017, foram publicados 2 trabalhos. Houve um declínio no número de publicações e, em 2020, foi publicado apenas 1 trabalho. Em 2021, foram registradas 2 publicações (Figura 1b). Na *Web of Science*, com a *String 2*, o primeiro trabalho também foi publicado em 2013. Foi publicado 1 trabalho em 2016 e em 2017. E o ano que registrou mais publicações foi 2021, com 2 publicações (Figura 1b).

Apesar de 2020 ter coincidido com o ano do início de uma pandemia (COVID-19), esse ano registra a maior quantidade de publicações com a *String 1*. Essa *string* apresenta uma maior quantidade de resultados por ser mais abrangente. Na janela temporal de 2020 a 2021, a medida que a pandemia se prolongou o número de publicações diminuiu na área de apicultura de precisão.

3.2. Países mais relevantes

Dos resultados obtidos com a *String 1* na *Scopus*, a Letônia é o país com mais publicações (22 artigos), seguida por Brasil (3 artigos), China, França e Alemanha (2 artigos cada) (Figura 2a). Também apresentam 2 publicações os países Irlanda, Itália, Polônia e Espanha. E os outros países, Austrália, Bélgica, Colômbia, Etiópia, México, Holanda e Nigéria, publicaram apenas 1 artigo cada.

Na *Web of Science*, o país com mais publicações também é a Letônia (17 artigos), seguido pelo Brasil (3 artigos), Irlanda, Polônia e Espanha (2 artigos cada) (Figura 2b). Os países que publicaram apenas 1 artigo nessa temática foram Austrália, Áustria, Bélgica, China, Colômbia, França, Itália e Holanda.

Com a *String 2*, a Letônia foi o país com maior número de publicações, na *Scopus*

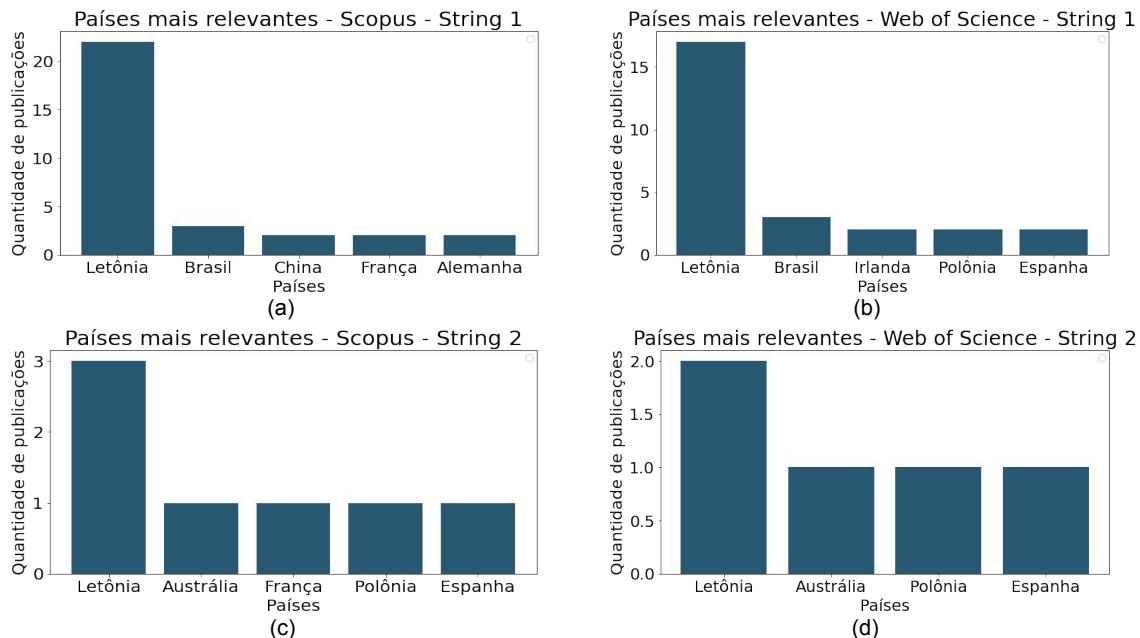


Figura 2. Países mais relevantes - String 1 e String 2.

e na *Web of Science*, com 3 artigos e 2 artigos, respectivamente. Seguida pela Austrália, França, Polônia e Espanha, com 1 publicação cada na *Scopus* (Figura 2c), e Austrália, Polônia e Espanha, com 1 publicação cada, na *Web of Science* (Figura 2d). Estes são os únicos países em destaque no conjunto de dados.

A Letônia se destaca em todos os resultados, sendo o país com a maior quantidade de publicações, com a Universidade de Agricultura da Letônia (*Latvia University of Life Sciences and Technologies*) no topo do ranking das instituições mais relevantes na produção científica em apicultura de precisão. A Universidade de Córdoba, da Espanha, aparece em 2º lugar desse ranking nos resultados de ambas strings na *Scopus* e divide essa classificação com a Universidade Federal do Ceará (UFC) nos resultados da String 1 na *Web of Science*. Já com a String 2, na *Web of Science*, a Universidade de Agricultura da Letônia divide a liderança com mais 3 instituições, a saber, Universidade de Córdoba, Universidade Monash (na Austrália) e Universidade de Tecnologia da Silésia (na Polônia).

3.3. Periódicos mais relevantes

Os periódicos mais relevantes correspondem aqueles com maior quantidade de publicações. Desse modo, os periódicos mais produtivos são *Computers and Electronics in Agriculture* (4 artigos), *Engineering for Rural Development* (4 artigos) e *Biosystems Engineering* (3 artigos), de acordo com o conjunto de dados obtidos com a String 1, na *Scopus* (Figura 3a). Com essa mesma string na *Web of Science* (Figura 3b), os periódicos que se destacaram foram *Computers and Electronics in Agriculture* (4 artigos) e *Biosystems Engineering* (3 artigos).

Já com a String 2, na *Scopus*, não houve periódicos que se destacaram, pois cada trabalho foi publicado em uma fonte diferente (Figura 3c). O mesmo aconteceu com essa string na *Web of Science* (Figura 3d), mantendo uma produção constante em todas as

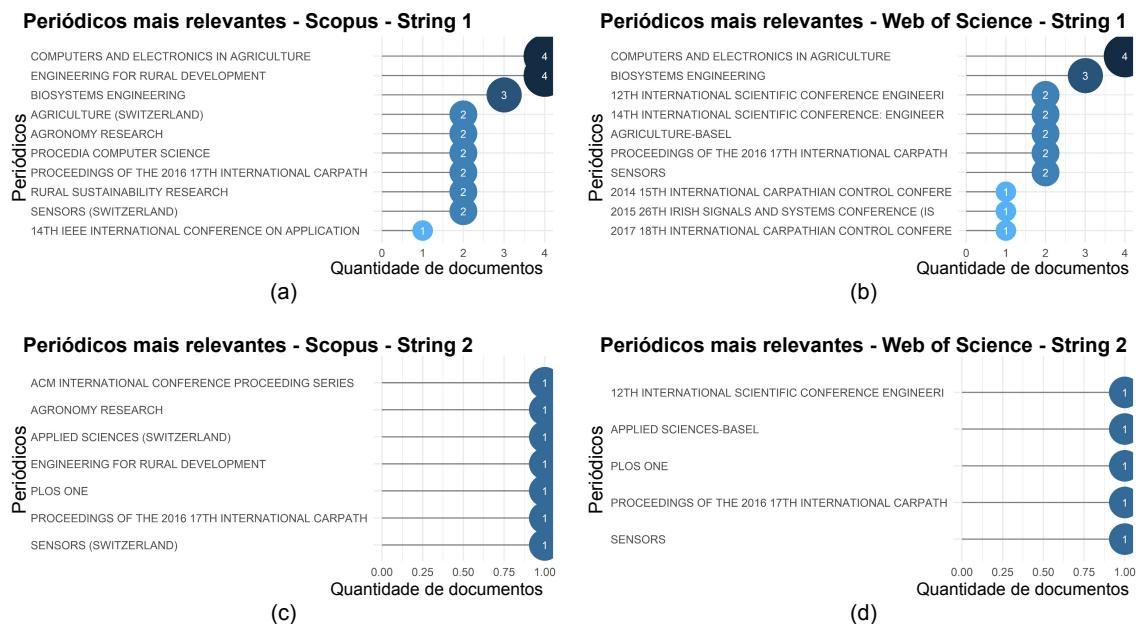


Figura 3. Periódicos mais relevantes - String 1 e String 2. Fonte: Elaborado usando o Biblioshiny.

fontes.

Os periódicos que apresentaram uma boa posição no ranking geral da *String 1* foram *Computers and Electronics in Agriculture*, *Biosystems Engineering* e *Agriculture*, que atualmente têm o fator de impacto igual a 6.757, 5.002 e 3.408, respectivamente. Com a *String 2*, os periódicos que se repetem nas duas bases são *Applied Sciences*, com fator de impacto 2.838, e *Plos One*, com o fator de impacto 3.752. Em ambos os resultados das *strings* de busca, na *Scopus*, o periódico em comum é o *Agronomy Research* e, na *Web of Science*, é a *12 th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development*, conferência da *Engineering for Rural Development*. O periódico que está presente na classificação de ambas as *strings* e as bases de dados é *Sensors*, com o fator de impacto 3.847, e as conferências são *Engineering for Rural Development* e *Proceedings of the 2016 17th International Carpathian Control Conference (ICCC 2016)*.

3.4. Tópicos de Tendência

Para a construção do gráfico de tendências no *Biblioshiny*, foram aplicados os seguintes parâmetros: o período selecionado foi de 2016 a 2021, as palavras-chave com a frequência mínima igual a 2 e a quantidade de palavras em cada ano igual a 20. Para essa análise, foram selecionados apenas os gráficos da *String 1*, por ela ser mais abrangente e apresentar mais resultados. Na Figura 4 e na Figura 5 temos as palavras-chave em tendência nos documentos obtidos nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, respectivamente.

Podemos separar as palavras-chave do gráfico da Figura 4, referentes aos trabalhos da *Scopus*, em 3 grupos. O primeiro grupo é composto por palavras relacionadas à apicultura de precisão no geral: “*beekeeping*”, “*smart hive*”, “*bee colony monitoring*”, “*precision beekeeping*”, “*honey bee*”, “*precision agriculture*”, “*smart beekeeping*”, “*monitoring system*”, “*precision apiculture*”, “*smart apiary*” e “*honey bee monitoring*”. O

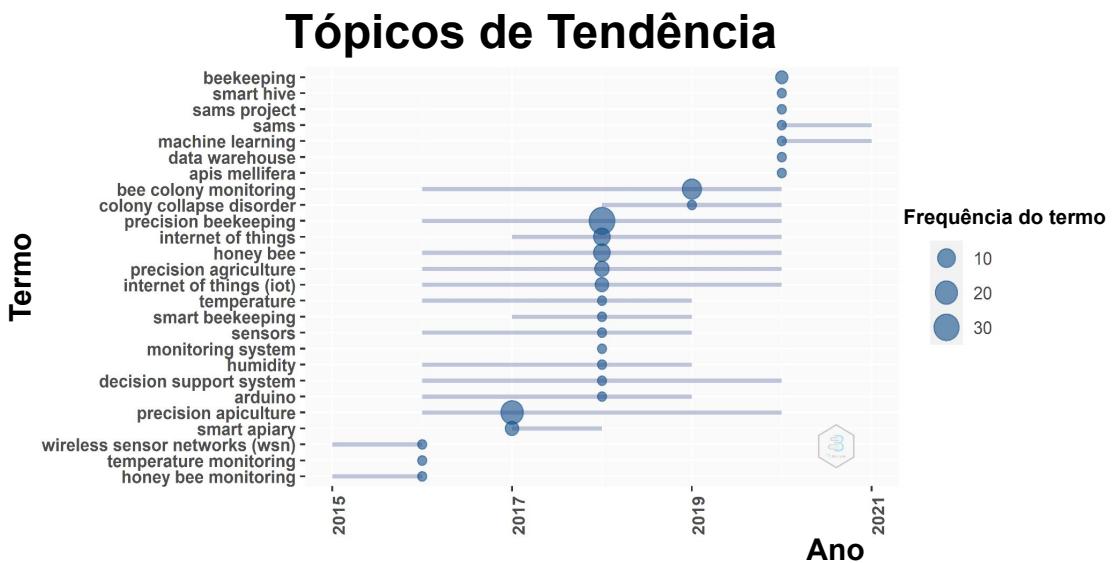


Figura 4. Tópicos de Tendência - Scopus - String 1. Fonte: Elaborado usando o Biblioshiny.

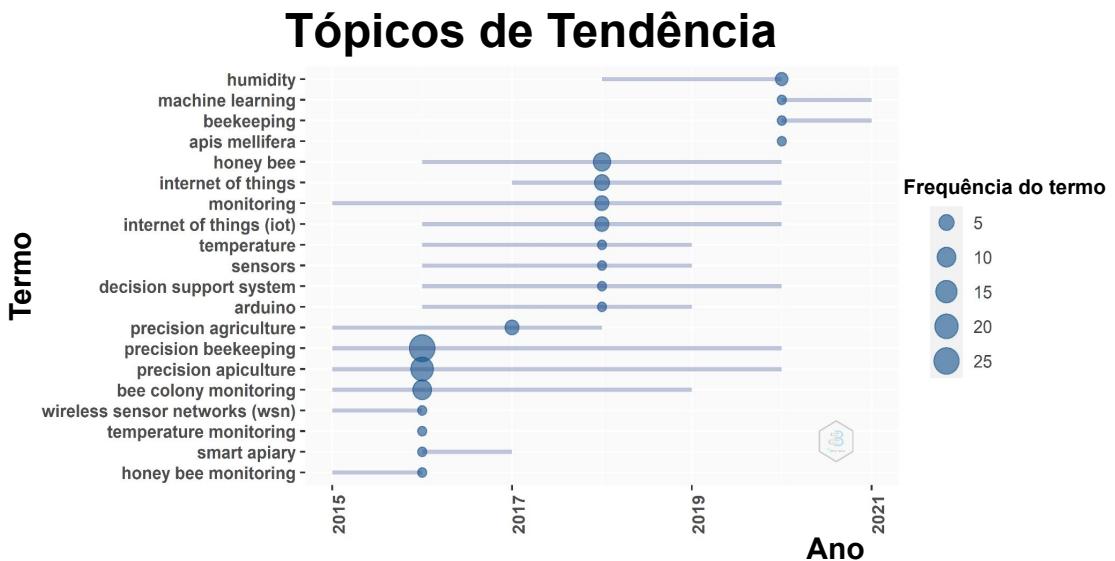


Figura 5. Tópicos de Tendência - Web of Science - String 1. Fonte: Elaborado usando o Biblioshiny.

segundo grupo é composto por palavras que não estão relacionadas à uma área de estudo: “*sams project*” e “*sams*” são referentes a um determinado projeto chamado *Smart Apiculture Management Services* (Serviços de gerenciamento de apicultura inteligente). Já o terceiro grupo é composto por palavras relacionadas aos tópicos de pesquisa abordados nos trabalhos da área de apicultura de precisão: “*machine learning*”, “*data warehouse*”, “*apis mellifera*”, “*colony collapse disorder*”, “*internet of things*”/“*internet of things*”

(*iot*)”, “*temperature*”, “*sensors*”, “*humidity*”, “*decision support system*”, “*arduino*”, “*wireless sensor networks (wsn)*” e “*temperature monitoring*”.

Os tópicos de tendências atuais, de 2016 a 2021, são as palavras-chave que estão no terceiro grupo. A palavra-chave “*machine learning*” foi usada duas vezes, em 2020 e em 2021. Cada uma das palavras-chave “*data warehouse*” e “*apis mellifera*” foram usadas duas vezes em apenas 2020. Já a palavra-chave “*colony collapse disorder*” é mencionada duas vezes, em 2018 e em 2020. Apesar de ser escrita de duas formas pelos autores com uma diferença sutil, “*internet of things*”/“*internet of things (iot)*” aparece em trabalhos desde 2016 até 2020. De forma similar, as palavras-chave “*temperature*” e “*temperature monitoring*” aparecem no gráfico como usada inicialmente em 2016 e pela última vez em 2019. As palavras-chave “*sensors*”, “*humidity*” e “*arduino*” aparecem no gráfico no ano de 2016 e têm sua última aparição em 2019. A única palavra-chave do gráfico que aparece até 2016 é “*wireless sensor networks (wsn)*”.

Já no gráfico da Figura 5, que corresponde aos resultados da *Web of Science*, podemos separar as palavras-chave dos gráficos em 2 grupos. O primeiro grupo é composto por palavras relacionadas à apicultura de precisão no geral: “*beekeeping*”, “*honey bee*”, “*monitoring*”, “*precision agriculture*”, “*precision beekeeping*”, “*precision apiculture*”, “*bee colony monitoring*”, “*smart apiary*” e “*honey bee monitoring*”. O segundo grupo é composto por palavras relacionadas aos tópicos de pesquisa abordados nos trabalhos da área de apicultura de precisão: “*humidity*”, “*machine learning*”, “*apis mellifera*”, “*internet of things*”/“*internet of things (iot)*”, “*temperature*”, “*sensors*”, “*precision support system*”, “*arduino*”, “*wireless sensor networks (wsn)*” e “*temperature monitoring*”. Para os tópicos de tendências atuais, de 2016 a 2021, selecionamos as palavras-chave que estão no segundo grupo. No gráfico, a palavra-chave “*humidity*” comece a parecer em 2018 e continua até 2020. Já “*machine learning*” aparece em 2020 e 2021. A palavra-chave “*apis mellifera*” foi usada duas vezes em 2020. E “*internet of things*”/“*internet of things (iot)*” aparece em trabalhos também desde 2016 até 2020. As palavras-chave “*sensors*” e “*arduino*” são usadas desde 2016 até 2019. Como anteriormente, “*temperature*”/“*temperature monitoring*” estão com frequência em trabalhos de 2016 até 2019. Já “*decision support system*” é usada pelos autores nos trabalhos de 2016 até 2020. E, por fim, “*wireless sensor networks (wsn)*” aparece até 2016.

Como visão geral, pode-se dizer que as técnicas de monitoramento atualmente usadas na apicultura de precisão são *machine learning*, *internet of things (iot)*, *decision support system*, *wireless sensor network (wsn)*, *sensors*, *arduino* e *data warehouse*, para supervisionar a umidade (*humidity*), a temperatura (*temperature*) e o distúrbio do colapso das colônias (*colony collapse disorder*). O conhecimento dessas técnicas norteia os processos de tomadas de decisão de pesquisadores e produtores em apicultura.

4. Conclusão

A principal contribuição deste artigo é, através de uma análise bibliométrica, identificar os principais tópicos de tendências atuais globais na área de apicultura de precisão, a saber: “*machine learning*”, “*data warehouse*”, “*internet of things*”/“*internet of things (iot)*”, “*temperature*”/“*temperature monitoring*” e “*decision support systems*”.

Também, nos resultados da *String 1*, o Brasil está em 2º lugar no *ranking* de produção dos países, destacando-se dentre os demais. Já na classificação geral, nos resul-

tados das *strings* de busca, a Letônia é o país com a maior quantidade de publicações. Os periódicos que se destacaram foram *Computers and Electronics in Agriculture*, *Engineering for Rural Development* e *Biosystems Engineering*.

As duas *strings* de busca e as duas bases de dados usadas neste trabalho não limitam essa pesquisa, pois são usadas apenas como um pontapé para outras buscas e pesquisas. De forma que, além de uma base mais sólida de referências aos estudantes, estes indicadores poderão ajudar pesquisadores da área no planejamento dos seus projetos de pesquisa, em processos de tomada de decisões e no estabelecimento de parcerias colaborativas com seus pares nacionais e internacionais. Os tópicos de tendências atuais globais podem proporcionar uma visão geral da área aos estudantes e pesquisadores, contribuindo para escolhas em projetos e estudos.

Como trabalhos futuros, pretendemos levantar outros indicadores da literatura de apicultura de precisão à luz da Bibliometria, e.g. autores com maior quantidade de publicações, artigos e autores mais citados e palavras que revelem tendências de pesquisa.

Agradecimentos

O presente artigo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecimentos ao Saul Rodrigues Alcântara pelas discussões sobre o Bibliometrix. Danielo G. Gomes agradece o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) via processos 432585/2016-8 e 310317/2019-3.

Referências

- Buschbacher, K., Ahrens, D., Espeland, M., and Steinhage, V. (2020). Image-based species identification of wild bees using convolutional neural networks. *Ecological Informatics*, 55:37 – 45.
- FAPESP (2010). Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo: FAPESP, 2010. cap. 4. p. 4-71. Disponível em: <http://www.fapesp.br/indicadores/2010/volume1/cap4.pdf>. Acesso em: 04 out. 2021.
- Matos, M. T. d., Condurú, M. T., and Benchimol, A. C. (2022). Interseções na produção científica da ciência da informação e ciência de dados. *Acervo*, 35(2):1–18.
- Moreira, P. S. d. C., Guimarães, A. J. R., and Tsunoda, D. F. (2020). Qual ferramenta bibliométrica escolher? um estudo comparativo entre softwares. *P2P E INOVAÇÃO*, 6(2):140–158.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, pages 1–70.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4):348–349.
- Santana, F., Costa, A., Truzzi, F., Silva, F., Leal, S., Franco, T., and Saraiva, A. (2014). A reference process for automating bee species identification based on wing images and digital image processing. *Ecological Informatics*, 24.

Zacepins, A. and Meitalovs, J. (2014). Implementation of multi-node temperature measurement system for bee colonies online monitoring. In *Proceedings of the 2014 15th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, pages 695–698.

Zgank, A. (2021). Iot-based bee swarm activity acoustic classification using deep neural networks. *Sensors*, 21(3).