Research, Society and Development, v. 11, n. 10, e305111032682, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32682

Mapeamento de pesquisas relacionadas aos veículos de superfície não tripulado (USV)

Mapping of research related to unmanned surface vehicles (USV)

Mapeo de investigación relacionada con vehículos de superficie no tripulados (USV)

Recebido: 08/07/2022 | Revisado: 23/07/2022 | Aceito: 24/07/2022 | Publicado: 01/08/2022

Éric Vieira Cano
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4954-6138
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: ericvcano@gmail.com
Priscila Lôpo Guimarães Cano
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2488-0447
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: engprilopo@gmail.com
César Claudio Cáceres Encina
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8061-9804
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: ccaceres.encina@gmail.com
Camila Leonardo Mioto
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6951-9527
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil
E-mail: ea.mioto@gmail.com
Alisson André Ribeiro
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0478-977X
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: geotec.ribeiro@gmail.com
Antonio Conceição Paranhos Filho
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9838-5337
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: antonio.paranhos@ufms.br

Resumo
Os veículos autônomos são utilizados há mais de 60 anos, com o avanço da tecnologia e novos enfoques desenvolveram-se os veículos de superfície não tripulados conhecidos como USV (*Unmanned Surface Vehichle*). Este estudo objetivou mapear quantitativamente as produções científicas relacionadas aos veículos de superfície não tripulados (USV, através de análise cienciométrica, destacando artigos e artigos de revisão desta área de conhecimento e demonstrando a quantidade de publicações até o ano de 2021. A partir de coletas de dados nas bases *Scopus* e *Web of Science*, foram realizadas exclusão de documentos duplicados e análises prévias dos títulos e resumos, gerando um portfólio geral de estudo com 1.190 publicações. O resultado deste mapeamento demonstrou que as pesquisas são focadas em tecnologias para a criação de veículos de superfície não tripulados (USV) com recursos avançados de controle e automação, e que continuam sendo desenvolvidas para o aperfeiçoamento do equipamento, pode-se perceber também que a produção sobre o tema seguirá em crescimento por ser um assunto relativamente novo e com grandes perspectivas para o desenvolvimento de novas pesquisas, métodos e aplicações. Por fim, espera-se que este estudo auxilie no mapeamento de pesquisas, principalmente sobre temas ainda pouco difundidos na ciência, para aumentar a visibilidade e compreensão sobre as inovações em pesquisas.
Palavras-chave: Cienciometria; Pesquisa científica; Inteligência artificial; VOSviewer.

Abstract
Autonomous vehicles have been used for over 60 years, with the advancement of technology and new approaches, unmanned surface vehicles known as USV (Unmanned Surface Vehichle) were developed. This study aimed to quantitatively map the scientific productions related to unmanned surface vehicles (USV), through scientometric analysis, highlighting articles and review articles in this area of knowledge and demonstrating the number of publications until the year 2021. From collections of data in the Scopus and Web of Science databases, exclusion of duplicate documents and previous analyzes of titles and abstracts were carried out, generating a general study portfolio with 1,190 publications. The result of this mapping showed that the research is focused on technologies for the creation of unmanned surface vehicles (USV) with advanced control and automation resources, and that continue to be developed for the improvement of the equipment, it can also be seen that the production on the subject will continue to grow as it is a relatively new subject with great prospects for the development of new research, methods and applications. Finally,

it is expected that this study will help in the mapping of research, especially on topics that are not yet widespread in science, to increase visibility and understanding of research innovations.
Keywords: Scientometrics; Scientific research; Artificial intelligence; VOSviewer.

Resumen
Los vehículos autónomos se han utilizado durante más de 60 años, con el avance de la tecnología y los nuevos enfoques, se desarrollaron vehículos de superficie no tripulados conocidos como USV (Unmanned Surface Vehichle). Este estudio tuvo como objetivo mapear cuantitativamente las producciones científicas relacionadas con los vehículos de superficie no tripulados (USV), a través del análisis cienciométrico, destacando artículos y artículos de revisión en esta área de conocimiento y demostrando el número de publicaciones hasta el año 2021. A partir de recopilaciones de datos en se realizaron las bases de datos Scopus y Web of Science, exclusión de documentos duplicados y análisis previos de títulos y resúmenes, generando un portafolio general de estudios con 1.190 publicaciones. El resultado de este mapeo mostró que la investigación está enfocada en tecnologías para la creación de vehículos de superficie no tripulados (USV) con recursos avanzados de control y automatización, y que continúan desarrollándose para la mejora de los equipos, también se puede ver que los la producción sobre el tema continuará creciendo ya que es un tema relativamente nuevo con grandes perspectivas para el desarrollo de nuevas investigaciones, métodos y aplicaciones. Finalmente, se espera que este estudio ayude en el mapeo de la investigación, especialmente en temas que aún no están generalizados en la ciencia, para aumentar la visibilidad y la comprensión de las innovaciones en investigación.
Palabras clave: Cienciometría; Investigación científica; Inteligencia artificial; VOSviewer.

1. Introdução

Os veículos autônomos são utilizados há mais de 60 anos para apoiar operações militares (Board & National Research Council, 2005). Com o avanço da tecnologia, foram dados novos enfoques as pesquisas científicas relacionadas aos Veículos Aéreos Não Tripulados (UAV), também conhecidos como Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) ou drones, com destaque as áreas de sensoriamento remoto, engenharias, ciências terrestres e ciências ambientais (Vélez-Nicolás et al., 2021). Tratando-se de questões relacionadas a recursos hídricos, houve a necessidade de desenvolver veículos autônomos que pudessem navegar superfícies aquáticas ou subaquáticas para tornar possível um maior conhecimento destes ambientes, com isso surgiram os *Unmanned Underwater Vehicles* (UUV), *Unmanned Surface Vehicles* (USV) e *Remotely Operated Vehicles* (ROV) (Pearson et al.,2014). As utilizações possíveis dessa ferramenta incluem mapeamento batimétrico, busca e salvamento, inspeção estrutural de pontes, segurança nacional, monitoramento ambiental, pesquisas gerais em robótica e oceanografia, entre outras (Ferreira et al.,2017; Manley, 2008; Paravisi *et al*., 2019; Silva *et al*., 2018).

Por se tratar de um equipamento em constante desenvolvimento, os estudos atuais são focados, em sua grande maioria, no aprimoramento da movimentação e rastreamento dos veículos (Wang et al.,2019; Zhuang et al.,2020; Zhao *et al*., 2020; Liu et al.,2021), a mesma situação é encontrada nos artigos de revisão envolvendo os veículos autônomos de superfícies (Fayaz et al., 2022; Balestrieri et al.,2021). O artigo de revisão feito por Liu *et al.* (2022) fornece um suporte técnico e teórico de "aerobarcos" não tripulados destinados a aplicações no meio ambiente e agricultura. Portanto, faltam estudos que quantifiquem estas pesquisas de forma a demonstrar o seu estado atual e facilitar a compreensão sobre a temática.

Diante disso, este estudo se justifica ao trazer um mapeamento das pesquisas relacionadas aos veículos de superfície não tripulados, quantificando as publicações feitas num mesmo período nas plataformas *Scopus* e *Web of Science*, de forma a auxiliar pesquisadores, e identificar as lacunas e tendências sobre esta temática. Neste estudo pretendeu-se mapear as produções científicas relacionadas aos veículos de superfície não tripulados até o ano de 2021.

2. Metodologia

O método adotado para a realização desta pesquisa foi o estudo cienciométrico, apresentando uma abordagem quantitativa (Santos & Kobashi, 2009; Parra et al.,2019), tendo a finalidade de mapear os dados de produções científicas relacionadas aos veículos de superfície não tripulados (USV). Segundo Parra et al., (2019), a Cienciometria e a Bibliometria são áreas da ciência da informação bem próximas, podendo-se até mesmo inferir que a Cienciometria surge da Bibliometria, pois

ambas abordam a produção de informação cientifica, porém, a Cienciometria realiza uma avaliação ampla, e não dos resultados de cada trabalho, definindo previamente e estabelecendo indicadores cienciométricos que nortearão o processo de investigação e mensuração.

A cienciometria usa técnicas matemáticas de análise estatística para investigar as características da pesquisa científica e se encarrega de avaliar a produção científica podendo ser considerada como um instrumento da sociologia da ciência (Spinak, 1998; Razera, 2016). De acordo com Spinak (1998), os assuntos de interesse da cienciometria incluem o crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento de disciplinas e subdisciplinas, a relação entre ciência e tecnologia, a obsolescência de paradigmas científicos, a estrutura de comunicação entre cientistas, a produtividade e criatividade de pesquisadores, as relações entre desenvolvimento científico e crescimento econômico e etc.

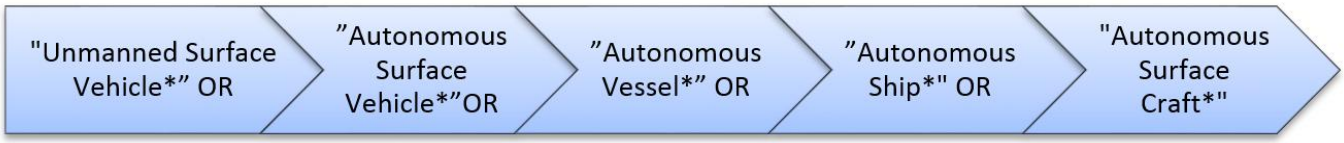
O roteiro de coleta e filtragem dos dados seguiram o fluxograma identificado na Figura 1. Primeiramente, para extração de dados, foram escolhidas as plataformas de base de dados científicos globais, Scopus e Web of Science, as quais concentram a maior abrangência de periódicos com alto fator de impacto, o que torna possível conhecer o tema em escala global, além disso, os acervos têm qualidade reconhecida, sendo comumente utilizados em estudos de bibliometria e cienciometria.

Figura 1 – Fluxograma para criação do portfólio de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para a realização da coleta de dados as palavras-chave foram definidas em inglês, pois é o idioma padrão para publicações internacionais, compreendendo as denominações possíveis da ferramenta veículos de superfície não tripulados (USV), formando assim uma cadeia de caracteres (string) que funciona como um filtro de busca. A cadeia de caracteres foi definida utilizando o operador booleano OR e símbolos como aspas e asterisco (Figura 2).

Figura 2 – Cadeia de caracteres utilizada neste estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Segundo Pizzani et al., (2012), para obtenção de documentos em bases de dados são utilizados os operadores booleanos AND, OR e NOT, e trucagem de palavras para facilitar o processo de busca e seleção de informação. O operador OR é utilizado para ampliar a pesquisa quando um termo/nome possui sinônimos, variantes ou grafias diferentes. Em relação a trucagem de palavras, temos o sinal asterisco (*) que é utilizado quando o termo/nome possui formas derivadas ou plurais, enquanto as aspas

(“”) são utilizadas quando o termo/nome é composto por mais de uma palavra.

Com essas definições prévias, foram refinadas as pesquisas utilizando filtros adicionais disponíveis dentro das duas plataformas, sendo considerados apenas documentos dos tipos artigo e artigo de revisão até o ano de 2021, obtendo-se o total de publicações em cada base, além das informações de autores, data de publicação, publicação por periódico e palavras-chave. Na Tabela 1 é demonstrado os critérios utilizados no refinamento para coleta dos dados.

Tabela 1 – Critérios utilizados no refinamento para coleta de dados.

Critério	Definição
Base de dados	Scopus e Web of Science
Tipo de documentos	Artigos e Artigos de Revisão
String de busca	(“UNMANNED SURFACE VEHICLE*” OR “AUTONOMOUS SURFACE VEHICLE*” OR “AUTONOMOUS VESSEL*” OR “AUTONOMOUS SHIP*” OR “AUTONOMOUS SURFACE CRAFT*”)
Período de publicação	Até o ano de 2021

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Após essa etapa, os dados coletados, em ambas as bases, foram exportados para o software Endnote (Bramer et al.,2016) possibilitando a unificação dos documentos e exclusão de duplicados. A partir disso foi feita uma análise através da leitura dos títulos e resumos de cada documento. A filtragem foi fundamental para selecionar apenas os artigos com resumo disponível e dentro da temática: veículos de superfície não tripulados (USV), ou seja, documentos que fizessem uso da ferramenta USV em pesquisa científica ou estudos que objetivamente visavam a melhoria desta ferramenta, excluindo-se assim qualquer documento que não atendesse a tais critérios, gerando um portfólio geral de estudo.

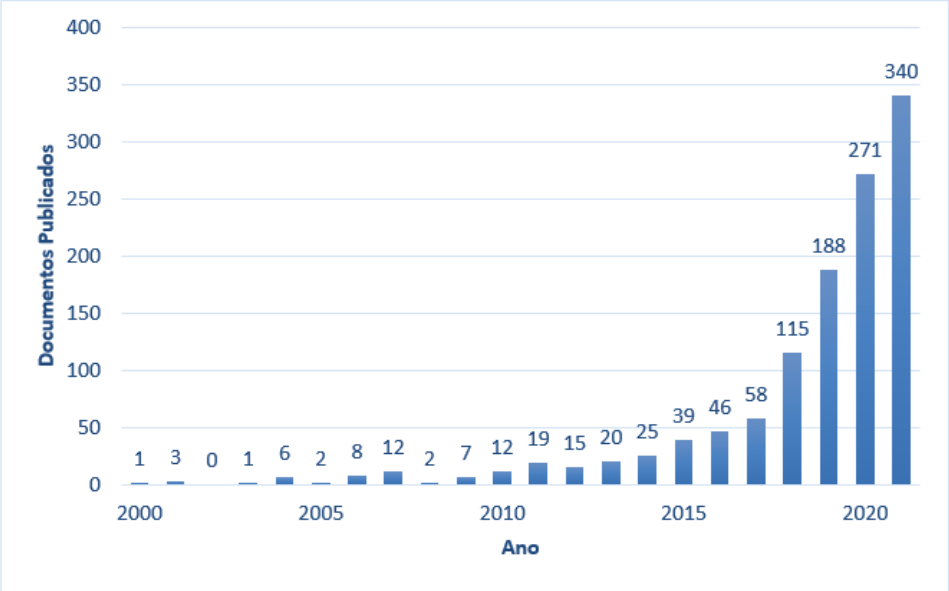
A criação de um portfólio possibilitou que as análises das informações adquiridas fossem feitas de uma maneira geral, considerando as duas bases de dados, avaliando as tendências do número de publicações por ano; os periódicos e autores com as maiores publicações sobre o assunto, palavras-chaves mais utilizadas, bem como as obras de maior impacto. Os resultados foram representados em gráficos e tabelas, como também foi possível criar mapas de rede de palavras-chave e autores.

Para criação dos mapas de redes utilizou-se as ferramentas do software VOSViewer© (Van Eck & Waltman, 2013) através da importação do portfólio em formato de extensão RIS. No mapa da rede de palavras-chave, foi utilizado o tipo de análise “co-ocorrência” e o método de contagem foi “contagem total” com filtragem de “número mínimo de ocorrências de palavra-chave” definido em 10. Para o mapa da rede de autores foi utilizado o tipo de análise “co-autoria” e o método de contagem foi “contagem total” com filtragem de “número máximo de autores por documento” definido em 10, e “número mínimo de documentos por autor” definido em 15.

3. Resultados e Discussão

Na coleta de dados, utilizando da cadeia de caracteres e restringindo para apenas artigos e artigos de revisão, foram obtidos 1.635 documentos da base Scopus e 1.208 da base Web of Science, totalizando 2.843 documentos. Após exclusão de duplicados e análise de títulos e resumos obteve-se como portfólio final 1.190 documentos. A partir do portfólio foi possível verificar a relação entre o número de documentos publicados ao longo dos anos (Figura 3).

Figura 3 – Evolução temporal das publicações dentro da temática relacionada ao USV.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O gráfico acima demonstrou um crescimento constante a partir do ano de 2012, apresentando um pico na quantidade de publicações no último ano pesquisado (2021) com 340 publicações. Este crescimento demonstra uma tendência de aumento na produção cientifica relativa aos veículos de superfície não tripulados.

O primeiro estudo envolvendo a temática foi publicado no ano 2000 denominado “Robotic ocean vehicles for marine science applications: The european ASIMOV Project”. Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento e integração de sistemas tecnológicos avançados para operação de dois tipos de veículos autônomos, Autonomous Surface Craft (ASC) e um Autonomous Underwater Vehicle (AUV), ambos utilizados para estudar a extensão de fontes hidrotermais em águas pouco profundas (Pascoal et al., 2000).

Os estudos publicados entre os anos de 2001 e 2012, início do crescimento constante, são em sua maioria relacionados ao desenvolvimento de veículos de superfície não tripulados, de interesse militar, para aplicação em ambientes oceânicos e costeiros, como também criação de sistemas de sensores, algoritmos e componentes de controle (Jesus et al., 2001; Lee & Kim, 2004; Caccia et al., 2007; Françolin et al.,2012). Destaca-se o estudo realizado por Díaz-Gutiérrez et al., (2011), que desenvolveram um veículo autônomo de superfície destinado a medição de vazão em rios, sendo uma alternativa inovadora para época. No estudo de Kitts et al. (2012) também é desenvolvido um veículo autônomo de superfície inovador, utilizado para realizar mapeamentos batimétricos de águas costeiras, estuarinas e interiores muito rasas.

No ano de 2011 foi publicado um estudo denominado “The next generation of unmanned marine vehicles dedicated to the 50 anniversary of the human world record diving" que revisa o histórico de desenvolvimento de veículos de superfície não tripulados em ambientes marinhos e prospecta desenvolvimentos futuros (Feng et al.,2011). Segundo Liu et al. (2022), com o surgimento e o desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial, as pesquisas em USV atraíram cada vez mais atenção, uma vez que este tipo de tecnologia ainda está em seus estágios iniciais e apresentam diversos desafios devido à complexidade do ambiente hídrico. Através desta constatação é notável que o crescimento constante se dá pelo aumento de desenvolvimentos científicos e tecnológicos nos USV, como também a diversificação de seu uso em outros ambientes (Mu et al.,2018; Zhuang et al.,2020; Wang et al., 2019; Uchida & Hunaki, 2019; Liu et al.,2018).

A produção de estudos sobre veículos de superfície não tripulados é divulgada em diversos periódicos. A Tabela 2 apresenta o desempenho dos dez periódicos com maior acervo no período analisado.

Tabela 2 – Quantitativo de publicações dentro da temática relacionada ao USV.

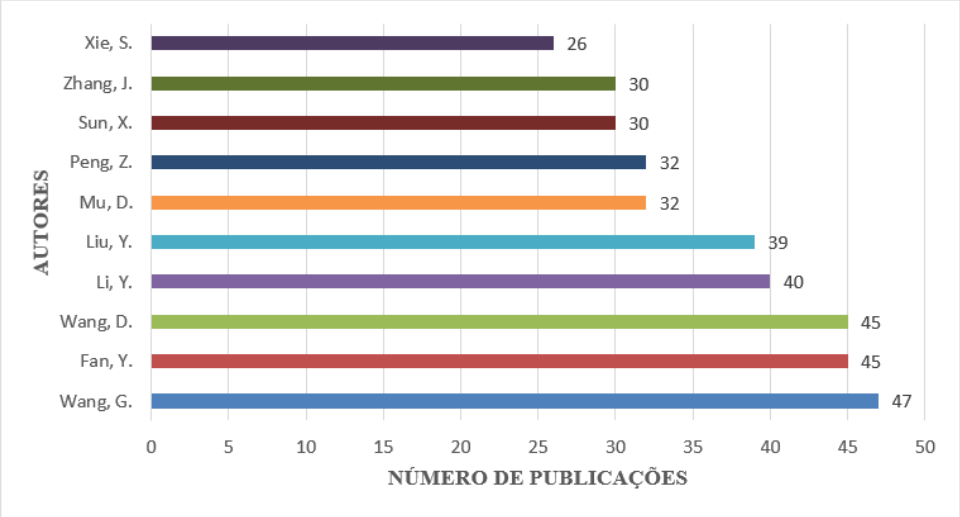
Periódicos	Quantitativo de Publicações
Ocean Engineering	89
IEEE Access	57
Sensors (Switzerland)	38
Journal of Marine Science and Engineering	36
Ship Building of China	35
Applied Ocean Research	23
Applied Sciences (Switzerland)	20
International Journal of Advanced Robotic Systems	20
Journal of Harbin Engineering University	15
IEEE Journal of Oceanic Engineering	14

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Em relação aos dez periódicos selecionados é possível verificar que os estudos tendem a ser publicados em revistas com o enfoque em pesquisa e desenvolvimento no campo da engenharia oceânica/marinha, como também eletrônica e elétrica, devido ao grande número de estudos envolvendo a criação e testes com os USV.

No portfólio foi possível identificar os autores com maior número de publicações sobre a temática (Figura 4).

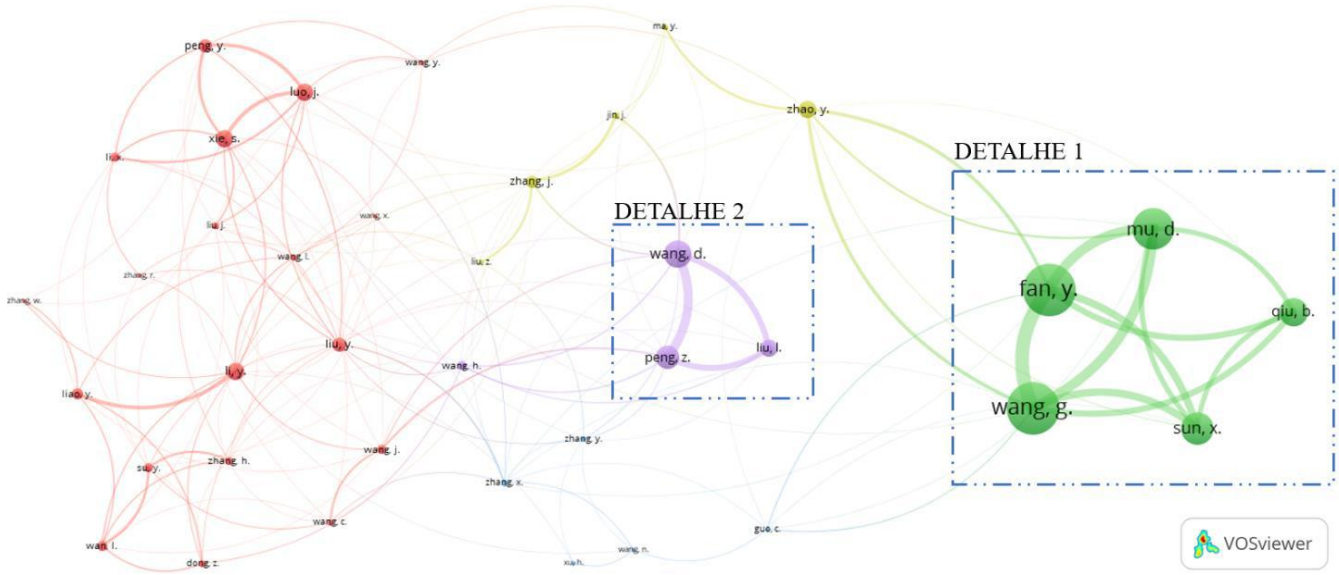
Figura 4 – Número de publicações por autoria dentro da temática relacionada ao USV.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O autor com maior número de publicações foi Wang, G. (47 publicações), seguido por Fan. Y. e Wang, D., todos professores da Dalian Maritime University na China. Essa cooperação entre professores é facilmente verificada através do mapa de rede de co-autoria (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de rede co-autoria.

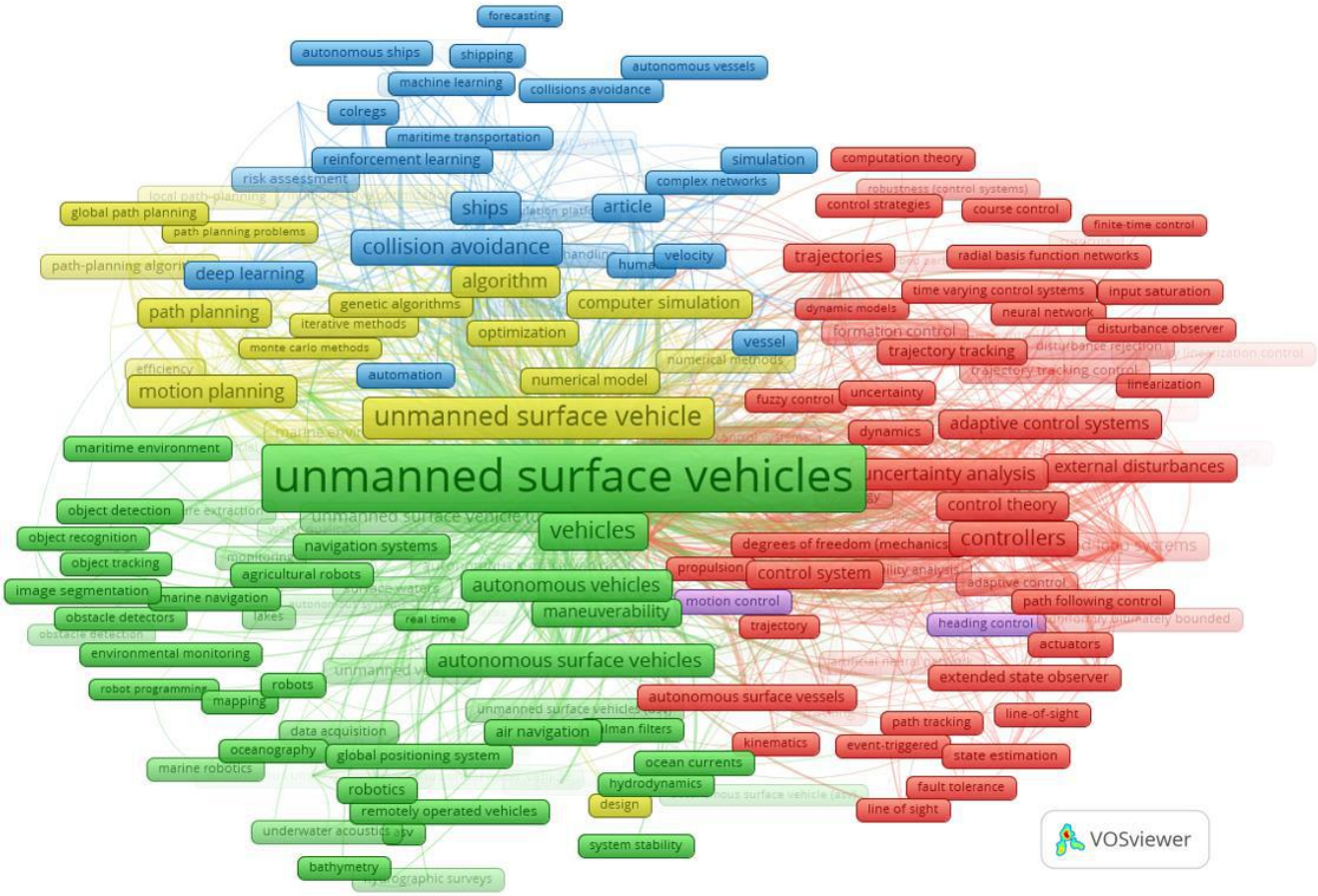


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O detalhe 1 do mapa de co-autoria identifica uma cooperação maior entre os autores do cluster de cor verde, como também o tamanho dos círculos demonstra uma quantidade maior de publicações comparado ao cluster destacado no detalhe 2. Os autores delimitados no cluster verde desenvolveram diversos estudos focados em tecnologias para a criação de veículos de superfície não tripulados (USV) com recursos avançados de controle (Fan et al.,2016; Qiu et al.,2019; Zhao et al.,2020).

Para o mapa de palavras-chave, das 7.854 encontradas no portfólio, 219 atingiram o limite mínimo de 10 ocorrências e foram incluídas na Figura 6. A palavra-chave mais utilizada nas publicações, segundo o que foi encontrado no portfólio, é “Unmanned Surface Vehicles”, seguido pela versão no singular “Unmanned Surface Vehicle” e por “Vehicles”, algo esperado já que estes termos fazem parte da própria “string” de busca utilizada para este estudo, porém cabe salientar que a palavra-chave mais recorrente dá indício de que “Unmanned surface Vehicles” é o termo mais comumente utilizado para a ferramenta.

Figura 6 – Mapa de rede co-ocorrência de palavras-chave.

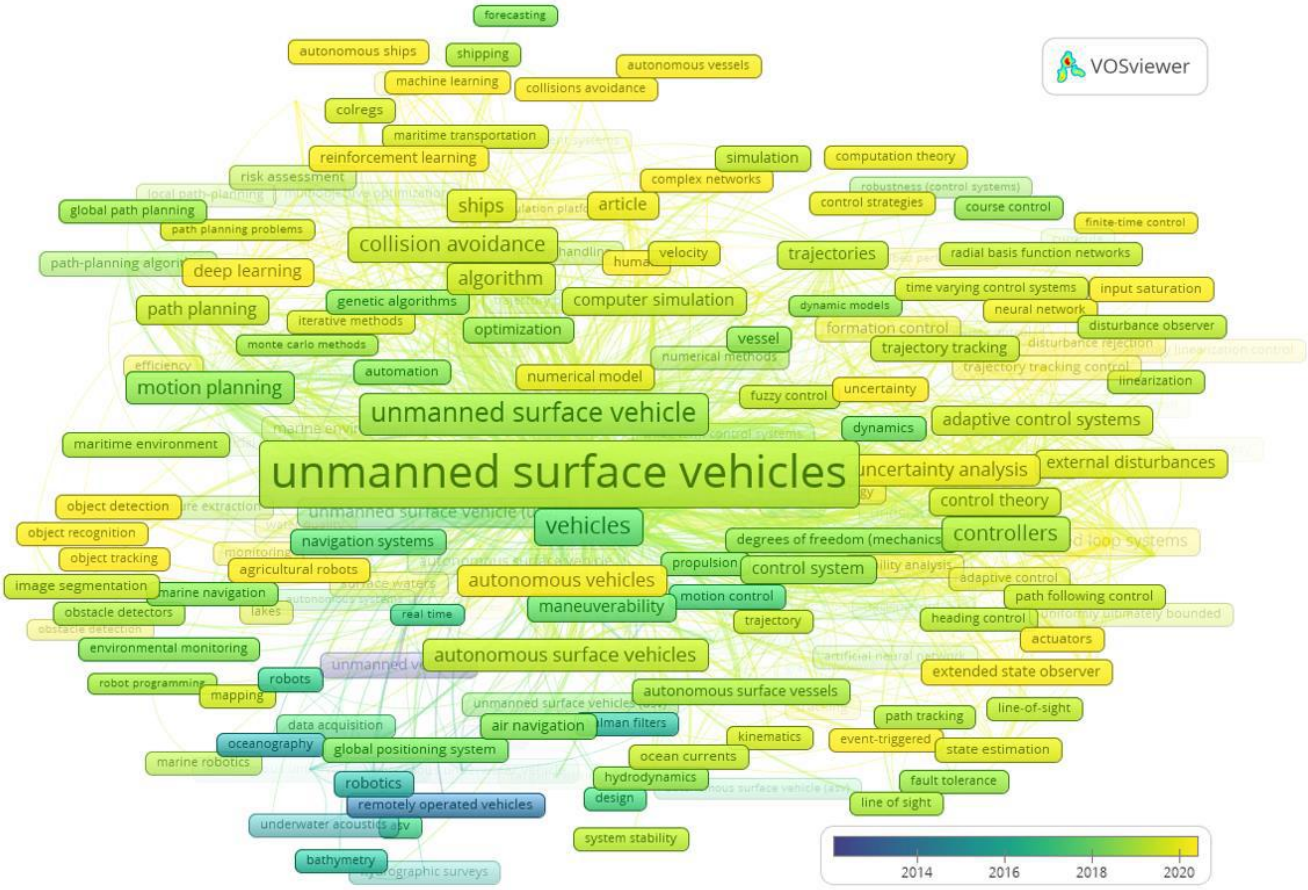


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Através do mapa de rede foi possível identificar que a co-ocorrencia de palavras-chave no cluster verde está relacionada, em sua grande parte, a nomenclatura do equipamento e seus usos (batimetria, hidrodinâmica, oceanografia e mapeamento); no cluster vermelho, em sua totalidade, são palavras-chaves de estudos envolvendo tecnologias de controle e automação; o cluster amarelo remete a simulação computacional com algoritmos, enquanto o cluster azul engloba expressivamente estudos envolvendo navios e transportes marítimos.

O mapa de rede das palavras-chave relacionado com o ano de publicação dos estudos é apresentado na Figura 7. As palavras-chave utilizadas em estudos mais recentes remetem a tecnologias para detecção de objetos e inteligência artificial (machine learning, deep learning) indicando uma forte demanda de aperfeiçoamento (Mahé et al.,2021; Long et al.,2021).

Figura 7 – Mapa de rede de palavras-chave por ano.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Esta análise indicou que as pesquisas continuam sendo desenvolvidas para o aperfeiçoamento do equipamento, como também foi possível identificar que existem uma gama de estudos envolvendo o uso dos USV em conjunto com outros tipos de equipamentos autônomos para o monitoramento e estudos ambientais.

O estudo desenvolvido por Bella et al., (2021) mostra um sistema híbrido de detecção e limpeza utilizando um Veículo Aéreo não tripulado e um Veículo de superfície não tripulado, os resultados indicaram que esse tipo de sistema híbrido pode detectar e reduzir o nível de poluição (petróleo e derrames hidráulicos) em regiões marítimas. Segundo Specht et al. (2021) metodologias que utilizam a aquisição de dados através de diferentes plataformas de medição autônomas não tripuladas (aéreas e de superfície) e integram esses dados, garantem soluções para sistemas batimétricos e topográficos.

4. Conclusão

Este artigo buscou mapear a produção científica relacionada aos veículos de superfície não tripulados (USV) para conhecer o desenvolvimento e evolução na quantidade de produções até o ano de 2021, com dados extraídos das bases de dados Scopus e Web of Science.

Com base no portfólio gerado foi possível chegar as seguintes constatações: o primeiro artigo encontrado sobre a temática é datado do ano de 2000 e o ano de maior produção científica com 340 publicações é o ano de 2021, exatamente o último ano pesquisado demonstrando um crescente interesse na produção de pesquisas relacionadas ao tema. A maioria dos estudos foram publicados em revistas com o enfoque em pesquisa e desenvolvimento no campo da engenharia oceânica/marinha, como também eletrônica e elétrica, confirmando através dos mapas de rede que as pesquisas são focadas em tecnologias para a

criação de veículos de superfície não tripulados (USV) com recursos avançados de controle, e que continuam sendo desenvolvidas para o aperfeiçoamento do equipamento. O autor com maior número de publicações foi Wang, G. e muitas destas publicações foram produzidas em parceria com outros pesquisadores da Dalian Maritime University na China. A palavra-chave mais recorrente e também a denominação mais comum para a ferramenta é "*Unmanned Surface Vehicle*".

Com os resultados divulgados pode-se perceber que a produção sobre o tema seguirá em crescimento por ser um assunto relativamente novo e com grandes perspectivas para o desenvolvimento de novas pesquisas, métodos e aplicações. O mapeamento de pesquisas, principalmente sobre temas ainda em evolução, é importante para aumentar a visibilidade e compreensão sobre as inovações em pesquisas. A metodologia adotada, utilizando mais de uma base de dados possibilita uma compreensão maior desta temática, trazendo visibilidade sobre inovações nesta área do conhecimento.

Assim, com base nos resultados obtidos, sugere-se para estudos futuros que sejam realizadas pesquisas mais detalhadas dos diferentes usos do USV para preencher as lacunas que envolvem a sua utilização em estudos científicos, bem como que sejam feitas pesquisas específicas relacionada às melhorias tecnológicas do equipamento, para que se tenha um melhor conhecimento da proporção de estudos com esse objetivo, visando uma maior compreensão e aprofundamento sobre as produções dentro da temática e possibilitando análises mais criteriosas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), da Faculdades de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FAENG) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil. A pesquisa também foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida a A. C. Paranhos Filho (Processo CNPq 305013/2018-1) e pela bolsa de mestrado concedida a Éric Vieira Cano (Processo CNPq 133921/2020-4). Agradecemos à CAPES por fornecer acesso ao Portal de Periódicos.

Referências

Balestrieri, E., Daponte, P., De Vito, L., & Lamonaca, F. (2021). Sensors and measurements for unmanned systems: An overview. *Sensors*, *21*(4), 1518.

Bella, S., Belalem, G., Belbachir, A., & Benfriha, H. (2021). HMDCS-UV: A concept study of Hybrid Monitoring, Detection and Cleaning System for Unmanned Vehicles. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *102*(2), 1-35.

Board, N. S., & National Research Council. (2005). *Autonomous vehicles in support of naval operations*. National Academies Press.

Bramer, W. M., Giustini, D., de Jonge, G. B., Holland, L., & Bekhuis, T. (2016). De-duplication of database search results for systematic reviews in EndNote. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, *104*(3), 240.

Caccia, M., Bibuli, M., Bono, R., Bruzzone, G., Bruzzone, G., & Spirandelli, E. (2007). Unmanned surface vehicle for coastal and protected waters applications: The Charlie project. *Marine Technology Society Journal*, *41*(2), 62-71.

Díaz-Gutiérrez, C. E., Garduño-Gaffare, M. P., & Benítez-Read, J. S. (2011). Design of a Teleoperated Aquatic Vehicle for the Gauging of Water Bodies. *Journal of applied research and technology*, *9*(3), 394-418.

Fan, Y. S., Sun, X. J., Wang, G. F., & Zhao, Y. (2016). On evolutionary genetic algorithm in path planning for a USV collision avoidance. *ICIC Express Lett*, *10*(7), 1691-1696.

Fayaz, S., Parah, S. A., & Qureshi, G. J. (2022). Underwater object detection: architectures and algorithms–a comprehensive review. *Multimedia Tools and Applications*, 1-46.

Feng, X., Li, Y., & Xu, H. (2011). The next generation of unmanned marine vehicles dedicated to the 50 anniversary of the human world record diving 10912 m. *Jiqiren(Robot)*, *33*(1), 113-118.

Ferreira, Í. O., Neto, A. A., & Monteiro, C. S. (2017). O uso de embarcações não tripuladas em levantamentos batimétricos. *Revista Brasileira de Cartografia*, *68*(10), 1885-1903.

Françolin, C. C., Rao, A. V., Duarte, C., & Martel, G. (2012). Optimal control of a surface vehicle to improve underwater vehicle network connectivity. *Journal of Aerospace Computing, Information, and Communication*, *9*(1), 1-13.

Jesus, S. M., Coelho, E., Onofre, J., Picco, P., Soares, C., & Lopes, C. (2001, November). The INTIFANTE'00 sea trial: preliminary source localization and ocean tomography data analysis. In *MTS/IEEE Oceans 2001. An Ocean Odyssey. Conference Proceedings (IEEE Cat. No. 01CH37295)* (Vol. 1, pp. 40-45). IEEE.

Kitts, C., Mahacek, P., Adamek, T., Rasal, K., Howard, V., Li, S., & Hulme, S. (2012). Field operation of a robotic small waterplane area twin hull boat for shallow-water bathymetric characterization. *Journal of field Robotics*, *29*(6), 924-938.

Lee, Y. I., & Kim, Y. G. (2004, August). A collision avoidance system for autonomous ship using fuzzy relational products and COLREGs. In *International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning* (pp. 247-252). Springer, Berlin, Heidelberg.

Liu, J., Li, H., Luo, J., Xie, S., & Sun, Y. (2021). Estimating Obstacle Maps for USVs Based on a Multistage Feature Aggregation and Semantic Feature Separation Network. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *102*(1), 1-15.

Liu, Y., He, Y., & Noguchi, N. (2018). Development of a collision avoidance system for agricultural airboat based on laser sensor. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, *44*(4), 431-439.

Liu, Y., Wang, J., Shi, Y., He, Z., Liu, F., Kong, W., & He, Y. (2022). Unmanned airboat technology and applications in environment and agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, *197*, 106920.

Long, Y., Su, Y., Shi, B., Zuo, Z., & Li, J. (2021). A multi-subpopulation bacterial foraging optimisation algorithm with deletion and immigration strategies for unmanned surface vehicle path planning. *Intelligent Service Robotics*, *14*(2), 303-312.

Mahé, A., Richard, A., Aravecchia, S., Geist, M., & Pradalier, C. (2021). Evaluation of prioritized deep system identification on a path following task. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *101*(4), 1-19.

Manley, J. E. (2008). Unmanned surface vehicles, 15 years of development. In *OCEANS 2008* (pp. 1-4). IEEE.

Mu, D. D., Wang, G. F., & Fan, Y. S. (2018). Tracking control of podded propulsion unmanned surface vehicle with unknown dynamics and disturbance under input saturation. *International Journal of Control, Automation and Systems*, *16*(4), 1905-1915.

Paravisi, M., H. Santos, D., Jorge, V., Heck, G., Gonçalves, L. M., & Amory, A. (2019). Unmanned surface vehicle simulator with realistic environmental disturbances. *Sensors*, *19*(5), 1068.

Parra, M. R., Coutinho, R. X., & Pessano, E. F. C. (2019). Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. Revista Contexto & Educação, 34(107), 126-141.

Pascoal, A., Oliveira, P., Silvestre, C., Sebastião, L., Rufino, M., Barroso, V., ... & Dando, P. (2000, September). Robotic ocean vehicles for marine science applications: the european asimov project. In *OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition. Conference Proceedings (Cat. No. 00CH37158)* (Vol. 1, pp. 409-415). IEEE.

Pearson, D., An, E., Dhanak, M., von Ellenrieder, K., & Beaujean, P. (2014). *High-level fuzzy logic guidance system for an unmanned surface vehicle (USV) tasked to perform autonomous launch and recovery (ALR) of an autonomous underwater vehicle (AUV)* (pp. 1-15). IEEE.

Pizzani, L., da Silva, R. C., Bello, S. F., & Hayashi, M. C. P. I. (2012). A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, *10*(2), 53-66.

Qiu, B., Wang, G., Fan, Y., Mu, D., & Sun, X. (2019). Adaptive sliding mode trajectory tracking control for unmanned surface vehicle with modeling uncertainties and input saturation. *Applied Sciences*, *9*(6), 1240.

Razera, J. C. C. (2016). Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, *22*, 557-560.

Santos, R. N. M. D., & Kobashi, N. Y. (2009). Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações.

Silva, I. S., Campopiano, F., Lopes, G. S., Uenojo, A. K., Silva, H. T., Pellini, E. L., & Barros, E. A. (2018). Development of a Trimaran ASV. *IFAC-PapersOnLine*, *51*(29), 8-13.

Specht, M., Stateczny, A., Specht, C., Widźgowski, S., Lewicka, O., & Wiśniewska, M. (2021). Concept of an innovative autonomous unmanned system for bathymetric monitoring of shallow waterbodies (INNOBAT system). *Energies*, *14*(17), 5370.

Spinak, E. (1998). Indicadores cienciométricos. *Ciência da informação*, *27*.

Uchida, H. I. R. O. A. K. I., & Hunaki, T. (2019, August). Development of a remoto control type weeding machine with stirring chains for a paddy field. In *22nd International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines, CLAWAR*.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2013). VOSviewer manual. *Leiden: Univeristeit Leiden*, *1*(1), 1-53.

Vélez-Nicolás, M., García-López, S., Barbero, L., Ruiz-Ortiz, V., & Sánchez-Bellón, Á. (2021). Applications of unmanned aerial systems (UASs) in hydrology: A review. *Remote Sensing*, *13*(7), 1359.

Zhao, Y., Sun, X., Wang, G., & Fan, Y. (2020). Adaptive backstepping sliding mode tracking control for underactuated unmanned surface vehicle with disturbances and input saturation. *IEEE Access*, *9*, 1304-1312.

Wang, L., Wu, Q., Liu, J., Li, S., & Negenborn, R. R. (2019). State-of-the-art research on motion control of maritime autonomous surface ships. *Journal of Marine Science and Engineering*, *7*(12), 438.

Zhao, Y., Qi, X., Ma, Y., Li, Z., Malekian, R., & Sotelo, M. A. (2020). Path following optimization for an underactuated USV using smoothly-convergent deep reinforcement learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *22*(10), 6208-6220.

Zhuang, J., Luo, J., & Liu, Y. (2020). A Locking Sweeping Method Based Path Planning for Unmanned Surface Vehicles in Dynamic Maritime Environments. *Journal of Marine Science and Engineering*, *8*(11), 887.