EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Evolution Scientific Production on Unmanned Aerial Vehicles in Civil Construction: A Bibliometric Study

Ana Jéssica Farias da Silva,
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | jessicafarias@alu.ufc.br

Ana Dulce de Castro Holanda
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | anadulceholanda@alu.ufc.br

Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | luisfcandido2015@gmail.com

José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | jpbarros@ufc.br

RESUMO

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) integram a transição digital na construção civil e representam um tema central nos estudos de inovação. Um dos problemas recorrentes enfrentados no setor refere-se às inspeções convencionais, que, em locais elevados ou de difícil acesso, expõem profissionais a riscos, além de elevarem custos e prazos. Nesse contexto, a busca por tecnologias que automatizem esses processos tem ganhado destaque. Este trabalho analisa a evolução da produção científica sobre a aplicação de VANTs na construção civil, com base em 339 artigos extraídos da base Scopus, publicados entre 2005 e 2025, com contribuições de autores de 67 países, sendo Estados Unidos e União Europeia as regiões mais representativas. Os temas mais abordados incluem inspeções de estruturas, terraplenagem, segurança ocupacional, análise de produtividade e integração com tecnologias como BIM e inteligência artificial. Também foram identificadas lacunas, especialmente na associação entre VANTs e BIM e no uso de técnicas de *deep learning* para detecção automática de falhas. A Universidade Federal da Bahia (UFBA) destacou-se no contexto brasileiro, evidenciando a internacionalização da produção científica nacional. O estudo contribui ao oferecer uma visão atualizada do estado da arte sobre VANTs na construção.

Palavras-chave: Análise Bibliométrica; Construção Civil; Veículos Aéreos Não Tripulados; Inovação Tecnológica.

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are part of the digital transition in the construction industry and represent a central topic in innovation studies. One recurring challenge in the sector concerns conventional inspections, which, in elevated or hard-to-reach areas, expose professionals to risks and increase costs and timelines. In this context, the search for technologies that automate these processes has gained prominence. This study analyzes the evolution of scientific production on the application of UAVs in civil construction, based on 339 articles extracted from the Scopus database, published between 2005 and 2025, with contributions from authors in 67 countries, with the United States and the European Union being the most representative regions. The most frequently addressed topics include structure inspections, earthworks, occupational safety, productivity analysis, and integration with technologies such as BIM and artificial intelligence. Research gaps were also identified, especially in the association between UAVs and BIM and the use of deep learning techniques for automatic fault detection. The Federal University of Bahia (UFBA) stood out in the Brazilian context, highlighting the internationalization of national scientific production. This study contributes by offering an updated overview of the state of the art on UAVs in construction.

Keywords: *Bibliometric Analysis; Civil Construction; Unmanned Aerial Vehicles; Technological Innovation.*

1 INTRODUÇÃO

Diversas tecnologias que pretendem aumentar a eficiência e segurança na construção civil têm sido exploradas e debatidas, dentre elas, a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) (Zhou, Gheisari, 2018). Os VANTs, também conhecidos como drones, são veículos que possuem um sistema de navegação autônoma, usando o Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Samad *et al*., 2013), dispensam a utilização de pilotos e podem ser operados remotamente ou através de um voo pré-programado (Liu *et al*, 2014; Janssen, 2015). Tais ferramentas têm ganhado cada vez mais destaque na indústria da construção, em face ao desenvolvimento tecnológico no setor experimentado nos últimos anos que procura mitigar os principais problemas do segmento (Molina *et al*., 2023).

A utilização de VANTs vem sendo gradualmente inserida em diversas etapas no processo de construção. Esses sistemas, são capazes de auxiliar nas limitações relacionadas a ambientes de difícil acesso como inspeções de pontes e fachadas de edifícios (Freimuth; König, 2018; Bolourian, Hammad, 2020; Yeum, Dyke, 2015) e apresentam forte potencial nos segmentos de terraplenagem e georreferenciamento (Rademann, Trentin, 2020), além do uso promissor na gestão de catástrofes (Daud *et al*., 2022).

No entanto, apesar dos benefícios, a implementação de drones no contexto da construção civil ainda enfrenta diversos desafios, como o custo de implementação, a necessidade de treinamento, condições meteorológicas adversas (Rademann; Trentin, 2020; Neil; Shields, 2014) e a escassez de mão de obra qualificada para operação (Yahya, 2021). Além disso, a ausência de regulamentações, manutenibilidade da segurança e o respeito e preservação à privacidade de terceiros (Labovich, 2017), especialmente em ambientes urbanos. Tais fatores dificultam a adoção em larga escala de VANTs no setor.

Dessa forma, tem-se um debate sobre a utilização dessa tecnologia em nível internacional (Molina *et al*., 2023; Gheisari; Esmaeili, 2019), acerca da capacidade desses sistemas de contribuir para a transição tecnológica da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). No Brasil, pesquisas sobre o uso de VANTs na construção civil são encontradas desde 2016 (Irizarry; Costa, 2016), especialmente nas áreas de mapeamento e inspeções de estruturas, como é o caso de Carvalho *et al.* (2023). Já Peinado *et al.* (2023) investigaram como drones combinados com algoritmos de *Deep Learning* podem ser usados para identificar falhas em guarda-corpos de segurança durante a construção de paredes de concreto moldadas in-loco. Enquanto Melo e Costa (2023) estudaram como uso de drones pode apoiar tanto a identificação de riscos (*Safety-I*) quanto a adaptação a condições adversas (*Safety-II*) no dia a dia dos canteiros de obras.

Assim, dado o crescimento significativo nas publicações sobre o tema ao longo dos últimos dez anos, um estudo bibliométrico se torna uma ferramenta essencial para mapear a evolução da pesquisa. Embora já existam revisões sistemáticas e bibliométricas sobre a aplicação de drones na construção civil, como os estudos de Zhou e Gheisari (2018) que apresentaram uma revisão sistemática das aplicações de UAS na construção, com foco em funções operacionais, ou a de Molina, Huang e Jiang (2023), que analisaram publicações entre 2016 e 2021, destacando aplicações e tendências, essas abordagens ainda apresentam escopo temporal limitado. Já Rahnamayiezekavat *et al.* (2022) exploraram a integração de VANTs com o BIM, mas com foco específico em gestão de obras. Nesse contexto, este estudo se diferencia por realizar uma análise bibliométrica de maior amplitude temporal (1993–2025), considerando também o impacto institucional e geográfico da produção científica, e evidenciando a contribuição brasileira no cenário internacional.

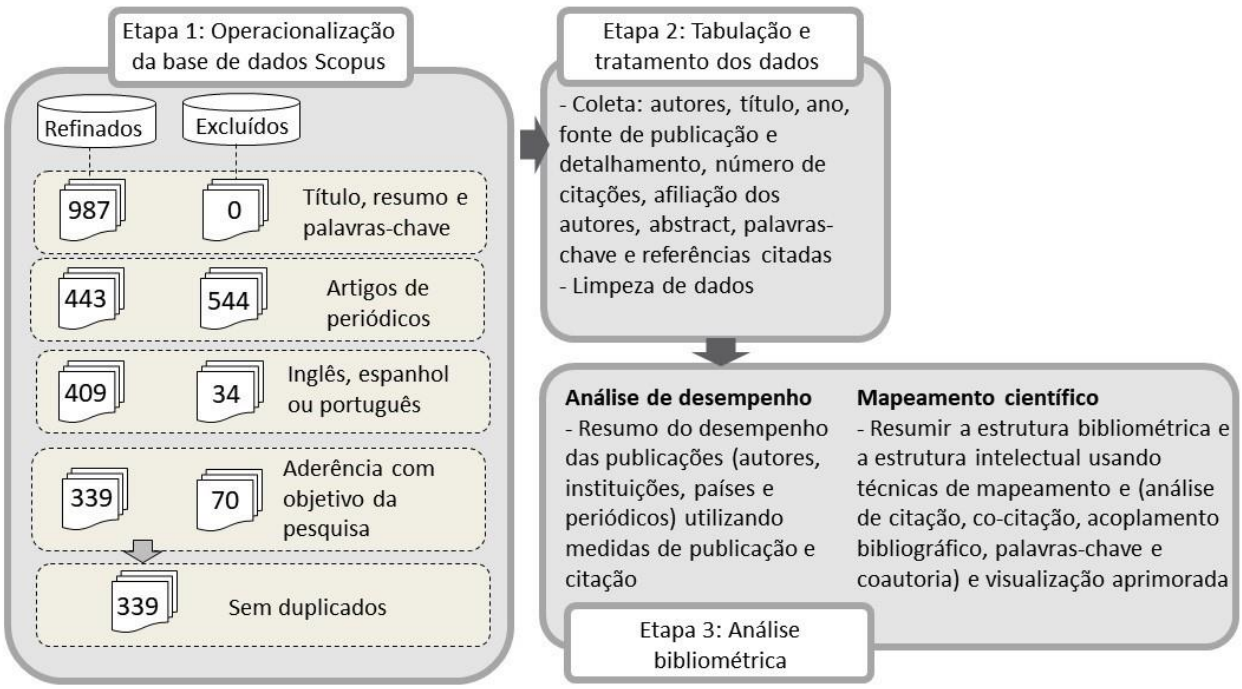
Desta forma, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a evolução da produção científica sobre o uso de VANTs na construção civil, por meio de uma revisão bibliométrica. Com esse trabalho buscou-se contribuir com a sistematização do conhecimento produzido sobre o tema servindo como base para o desenvolvimento de novos estudos e aplicações futuras. Este estudo utiliza a base Scopus como fonte de dados por sua cobertura ampla e internacional, voltada a garantir consistência metodológica na análise bibliométrica, resultando em uma amostra final de 339 trabalhos.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa é classificada como bibliométrica, pois buscou a mensuração e evolução acerca do uso de drones em atividades relacionadas à engenharia e construção (Bufrem; Prates, 2005). A pesquisa procurou: 1) mapear a produção científica sobre o uso de drones na construção civil, verificando o perfil de autoria dos trabalhos, obras e instituições de maior impacto; 2) identificar as principais aplicações dos drones no setor e temáticas relacionadas; 3) verificar as principais relações de citação, coautoria, co-ocorrência, acoplamento bibliográfico e co-citação e 4) apontar lacunas na literatura, destacando oportunidades para novas pesquisas e inovações na área. Foram empregadas na presente pesquisa, técnicas bibliométricas

tradicionais, além de análises sociométricas, como redes de coautoria, de co-citação e de acoplamento bibliográfico (Cobo *et al*., 2011; Zupic; Čater, 2015), conforme as etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Delineamento da pesquisa



Fonte: dos autores.

Na primeira etapa, estabeleceu-se como base de pesquisa a Scopus por sua amplitude e reconhecimento internacional, tendo-se especificado as palavras-chave que foram pesquisadas utilizando a seguinte expressão:

- ("*building construction" OR "building sector" OR "construction industry" OR "Construction of Buildings" OR "Construction Sector" OR "housebuilding" OR "housing" OR "public buildings" OR "Real estate" OR "residential building" OR "residential building" OR "residential built environment" OR "Built environment") AND ("unmanned aerial vehicle" OR "drone"*).

A busca inicial retornou 864 trabalhos. Utilizando os critérios de refinamentos por artigos e linguagens, restaram 362 trabalhos, os quais foram observadas as palavras-chaves mais utilizadas para retroalimentar a pesquisa, tendo sido adicionada as seguintes expressões: “UAV”, “Unmanned aerial systems” e “UAS”. Assim, uma nova busca foi realizada, utilizando a seguinte expressão:

- *(("building construction" OR "building sector" OR "construction industry" OR "Construction of Buildings" OR "Construction Sector" OR "housebuilding" OR "housing" OR "public buildings" OR "Real estate" OR "residential building" OR "residential building" OR "residential built environment" OR "Built environment") AND ("unmanned aerial vehicle" OR "drone" OR "UAV" OR "Unmanned aerial systems" OR "UAS")).*

Em seguida, definiu-se três critérios que serviram como filtro para inclusão dos trabalhos no estudo: (1) título, resumo e palavras-chave; (2) artigo de periódico; (3) linguagem (inglês, português e espanhol). Após a filtragem pela linguagem, foi feita uma triagem final dos artigos através da leitura dos títulos, restando 339 trabalhos os quais tivessem aderência com o objetivo e tema da pesquisa. A consulta foi realizada em março de 2025.

Por fim, definiu-se o protocolo de coleta de dados para a análise bibliométrica com as seguintes informações: autores, título, ano, fonte de publicação e detalhamento, número de citações, afiliação dos autores, abstract, palavras-chave, referências citadas e língua do documento original.

As características bibliográficas descritivas da amostra, a exemplo da evolução quantitativa da pesquisa no campo, dos autores, obras e periódicos de maior destaque foram tabuladas em planilha eletrônica. Posteriormente, os dados foram trabalhados com o suporte do software VOSviewer© (versão 1.6.14) que permitiu a visualização de redes para analisar a força da relação entre os elementos e sua similaridade, por meio da distância entre eles – quanto menor esta distância, mais forte é a sua relação (VAN ECK; WALTMAN, 2014).

3 RESULTADOS

Inicialmente, a amostra final foi composta por 339 trabalhos de 2005 a 2025, dos quais, 335 estão publicados em inglês e quatro em espanhol. Ao todo 1299 autores de 827 instituições e 67 países subscreveram os estudos. Os trabalhos foram publicados em 199 periódicos e somaram 5972 citações.

3.1 PRINCIPAIS AUTORES E OBRAS DE MAIOR IMPACTO

A Tabela 2 apresenta as obras de maior impacto, com base na quantidade de citações.

Tabela 2: Obras de maior impacto com base na quantidade de citações

Autor(es)	Título do artigo	Periódico	Citações
Li Y.; Liu C., (2019)	*Applications of multirotor drone technologies in construction management*	*International journal of construction management*	223
Irizarry J.; Gheisari M.; Walker B., (2012)	*Usability assessment of drone technology as safety inspection tools*	*Electronic journal of information technology in construction*	213
Kim et al., (2019)	*Remote proximity monitoring between mobile construction resources using camera-mounted UAVs*	*Automation in construction*	189
Melo et al., (2017)	*Applicability of unmanned aerial system (UAS) for safety inspection on construction sites*	*Safety science*	156
Moon et al., (2019)	*Comparison and utilization of point cloud generated from photogrammetry and laser scanning: 3D world model for smart heavy equipment planning*	*Automation in construction*	154
Gu et al., (2019)	*Utilizing UAV video data for in-depth analysis of drivers' crash risk at interchange merging areas*	*Accident Analysis and Prevention*	144
Bogue R., (2018)	*What are the prospects for robots in the construction industry?*	*Industrial robot*	130
Han et al., (2021)	*Change Detection in Unmanned Aerial Vehicle Images for Progress Monitoring of Road Construction*	*Buildings*	113
Gheisari M.; Esmaeili B., (2019)	*Applications and requirements of unmanned aerial systems (UASs) for construction safety*	*Safety science*	111
Chen et al., (2022a)	*Implementation of technologies in the construction industry: a systematic review*	*Engineering, Construction and Architectural Management*	107
		123 obras com mais de 10 citações	5282
		216 obras com no máximo 10 citações	690
		Total	**5972**

Fonte: dos autores.

O trabalho de Li Y; Liu C. (2019) possui o maior número de citações da amostra analisada, indicando sua influência na área de drones aplicados à gestão da construção. O estudo de Irizarry, Gheisari e Walker (2012) também apresenta alto impacto, com 213 citações, discutindo o uso de drones como ferramentas de inspeção de segurança. No contexto brasileiro, destaca-se o trabalho de Melo *et al.* (2017), publicado na *Safety Science*, com 156 citações, o que demonstra a relevância internacional da produção científica nacional sobre o uso de VANTs para inspeção de segurança em canteiros de obras.

3.2 PRINCIPAIS PERIÓDICOS

A Tabela 3 exibe os principais periódicos, classificados pela quantidade de citações recebidas. No total, foram identificados 188 periódicos, com os dez mais relevantes destacados abaixo:

Tabela 4: Periódicos de maior impacto

Nº	Periódico	Nº de Citações	% Relativa	% Acumulada
1	*Automation In Construction*	471	7,76%	7,76%
2	*Safety Science*	404	6,65%	14,41%
3	*International Journal Of Construction Management*	264	4,35%	18,76%
4	*European Transport Research Review*	214	3,52%	22,28%
5	*Electronic Journal Of Information Technology In Construction*	213	3,51%	25,79%
6	*accident analysis and prevention*	201	3,31%	29,10%
7	*Journal Of Management In Engineering*	181	2,98%	32,08%
8	*Engineering, Construction And Architectural Management*	180	2,96%	35,04%
9	*Construction Innovation*	177	2,91%	37,95%
10	*Remote Sensing*	175	2,88%	40,84%
	Σ 10 primeiros	**2.480**	**40,84%**	**40,84%**
	Σ 178 demais periódicos	**3.593**	**59,16%**	**100,00%**

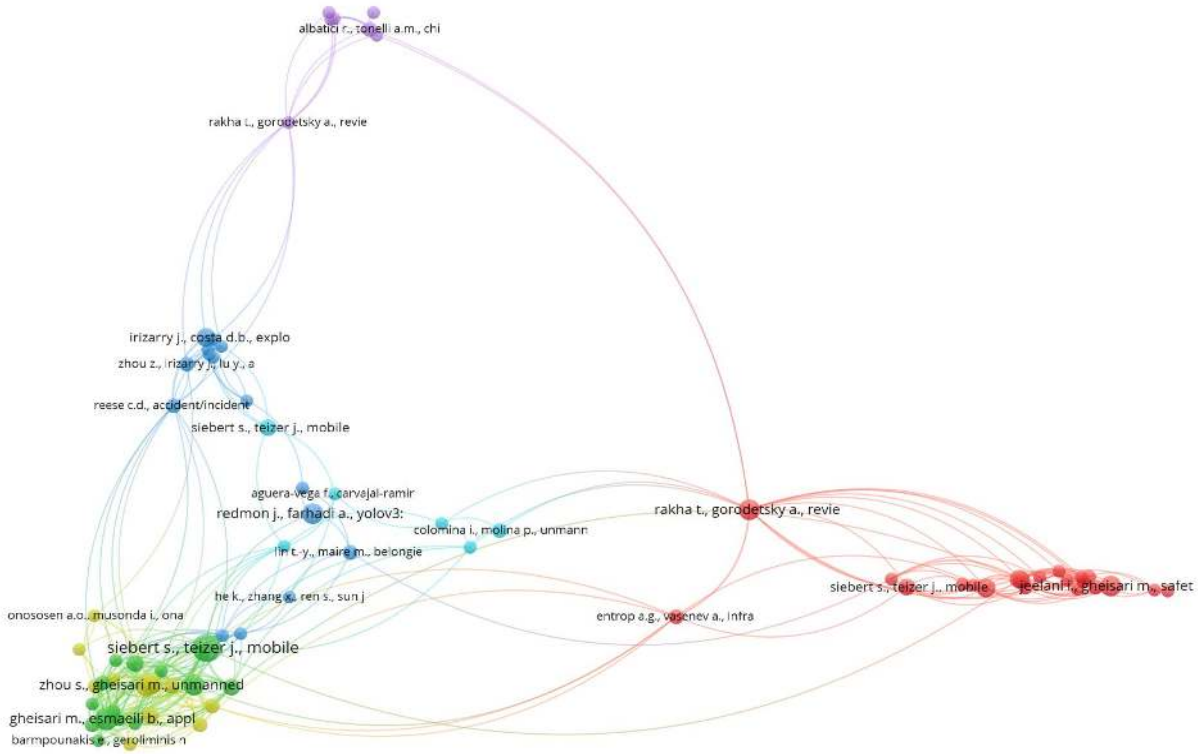
Fonte: os autores (2025)

Os 10 periódicos mais relevantes, concentram 40,84% do total de citações, evidenciando que uma parcela significativa das citações está concentrada em uma pequena porção dos periódicos analisados, enquanto 59,16% contribui com o restante, no entanto com um percentual de contribuição individual menor. *Automation in Construction,* lidera o *ranking*, sendo o periódico mais prolífico na área. A lista ainda inclui *Remote Sensing* e *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, sugerindo que o campo de pesquisas tecnológicas referente a sensoriamento remoto, possui crescente relevância.

3.3 REDE DE CO-CITAÇÃO

A Figura 2 evidencia os principais autores citados nas publicações.

Figura 2: Redes de co-citação de publicações (pelo menos 3 trabalhos).



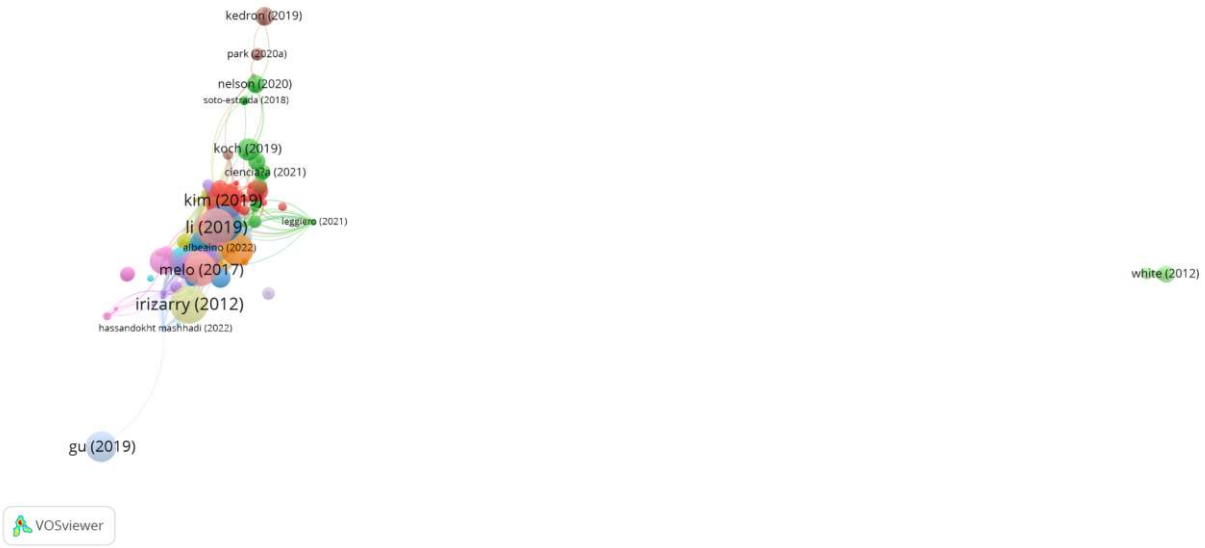
Fonte: os autores (2025).

Pode-se observar claramente seis clusters (cluster 1 sendo o vermelho, cluster 2 o verde, cluster 3 azul escuro, cluster 4 o amarelo, cluster 5 o roxo e cluster 6 o azul claro) sendo o autor Siebert destacados em três deles (1, 2 e 6). Verifica-se no cluster 1 uma revisão das aplicações de sistemas aéreos não tripulados (UAS) no ambiente construído publicados por Rakha e Gorodetsky (2018). O cluster 2 traz o trabalho de Siebert e Teizer (2014) com a aplicação de VANTs em mapeamento 3D móvel para levantamento de projetos de terraplenagem, colaborando para a delimitação dos campos. O referido trabalho de Siebert e Teizer (2014) foi o mais citado dentre os trabalhos analisados. Já o cluster 3 traz o trabalho de Irizarry e Costa (2016) que também ajuda na delimitação dos conceitos, enfatizando as abordagens de potenciais aplicações de sistemas aéreos não tripulados para tarefas de gerenciamento de construção, complementando os trabalhos já analisados. O cluster 4 vem em destaque com o trabalho de Zhou e Gheisari (2018) contemplando uma revisão sistemática da literatura da aplicação de VANTs na construção. O cluster 5 aborda o trabalho de Albatici e Tonelli (2015) o qual contempla o estudo da termografia infravermelha na avaliação da transmitância térmica de edifícios. Por fim, o cluster 6 reforça o mesmo trabalho de Sibert e Teizer (2014) também destacado no cluster 2.

3.4 REDE DE ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A Figura 3 apresenta a rede de acoplamento bibliográfico.

Figura 3: Rede de acoplamento bibliográfico (mínimo de 3 documentos).



Fonte: os autores (2025).

A relação de acoplamento bibliográfico entre duas obras é tão maior quanto maior o número de referências que elas compartilham, aproximando seus nós na rede. Dos 339 artigos em análise, 10 não compartilhavam nenhuma referência bibliográfica com qualquer outro artigo. Como era de se esperar, os autores das obras de maior impacto configuram o centro dos clusters. Entretanto, essa nova apresentação revela as cooperações que eles possuem com outros autores.

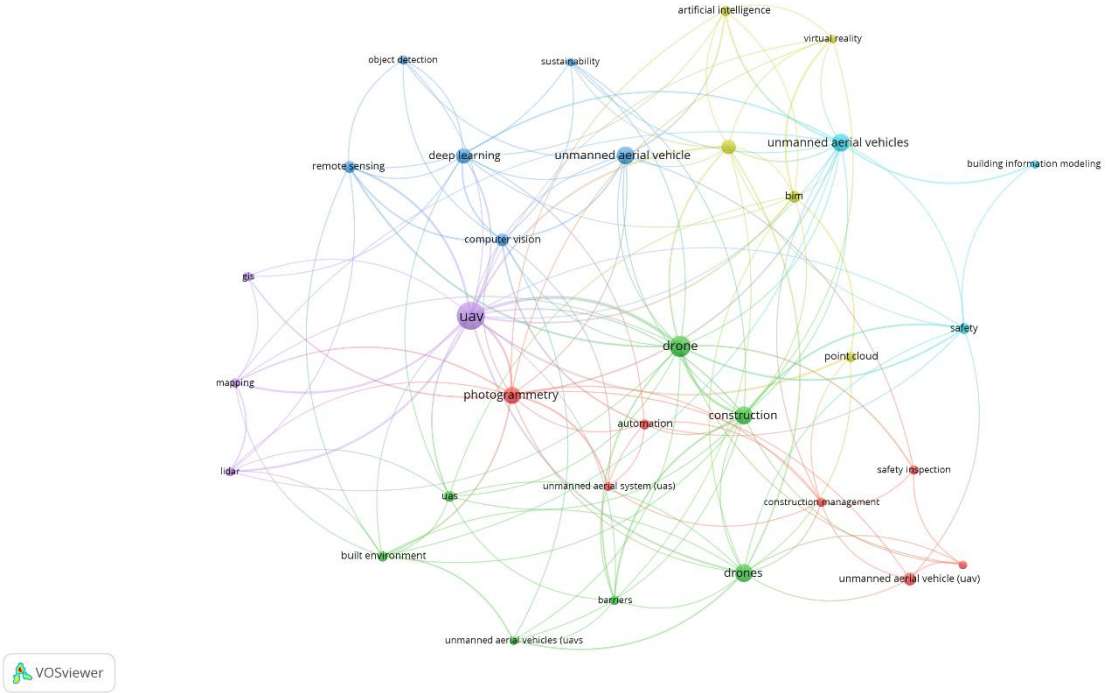
O Cluster 1 vem em destaque com o trabalho de Kim (2019) que traz uma temática de aplicação de um método que pode fornecer a detecção avançada de perigos aos trabalhadores utilizando UAVs montados em câmeras. Já o cluster 2 tem como trabalho central Kochi (2019) que aborda o uso de drones para captação de imagens e geração de modelos 3D de alta qualidade. Os clusters 3 e 4 abordam uma temática de implementação do uso de drones em larga escala na entrega de produtos, e a integração de abordagens de gestão visual convencionais e baseadas em TI para aprimorar a fase de construção e manutenção de projetos de construção, com os trabalhos centrais de Aurambout (2019) e Tezel (2017), respectivamente.

O cluster 5 traz a temática da análise dos impactos de trabalhar com UAVs para tarefas específicas relacionadas à construção, com o trabalho de Jeelani (2021), e o cluster 6 vem com uma revisão crítica da literatura para avaliar o status atual do emprego de UAVs e tecnologias imersivas para digitalizar a indústria da construção, com o trabalho de Jeelani (2021). O cluster 7 aborda uma ênfase nas aplicações de tecnologias de drones no processo de terraplenagem, com o trabalho central de Moon (2019). Já o cluster 8 vem com a captação de métricas espaciais 3D derivados de UAVs, com o trabalho central de Kedron (2019). O cluster 9 traz uma revisão da literatura da implementação de tecnologias na indústria da construção, tendo em destaque o trabalho de Chen (2022a). Por fim, o cluster 10 tem como central o trabalho de Li (2019) que traz a temática de aplicações de tecnologias de drones multirotores no gerenciamento de construção.

3.5 REDE CO-OCORRÊNCIA DE PALAVRAS-CHAVE

As principais temáticas foram extraídas da rede de co-ocorrência de palavras-chave. Das 1229, 32 palavras tinham cinco ou mais ocorrências, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6: Co-ocorrência de palavras-chave.



Fonte: os autores (2025).

O cluster roxo, mais central, articula o termo UAV com tecnologias de mapeamento e sistemas de informação geográfica em ambientes construídos. O cluster verde está relacionado a aplicações práticas em canteiros de obras. O cluster amarelo reflete estudos voltados para a integração entre VANTs e tecnologias digitais, como BIM, IA, nuvem de pontos. O cluster azul representa abordagens de processamento de imagens automatizado, reforçando o uso de *deep learning* e visão computacional na análise dos dados coletados pelos drones. Já o cluster vermelho traz o termo UAV para o gerenciamento e automação da construção, com relevância para a segurança dos trabalhadores nos ambientes de construção, e para o cluster azul claro a integração com o BIM para gestão e segurança em canteiros de obra.

4 DISCUSSÕES

A análise de co-citação revelou seis clusters temáticos, com destaque para o autor Siebert, presente em três deles. Entre os estudos mais citados, destaca-se Siebert e Teizer (2014), relacionado ao uso de VANTs para mapeamento 3D de projetos de terraplenagem. Outros clusters incluem revisões sistemáticas sobre aplicações de drones na construção (Zhou e Gheisari, 2018), abordagens de gestão (Irizarry e Costa, 2016) e estudos sobre desempenho térmico de edificações (Albatici e Tonelli, 2015).

O acoplamento bibliográfico evidenciou núcleos temáticos relevantes como: segurança em canteiros, uso de tecnologias imersivas, digitalização da construção, integração com BIM e diagnóstico de eficiência energética. Esses tópicos mostram forte aderência com os achados de Zhou e Gheisari (2018) e Molina *et al.* (2023)

Com base no mapa co-ocorrência foi possível identificar os temas centrais já consolidados como a integração de drones com fotogrametria e com a indústria da construção. Também foi possível identificar lacunas e oportunidades de pesquisas em áreas menos exploradas, tais como: a associação do BIM a utilização de VANTs nas diversas aplicações.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar a evolução do uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) na construção civil. Para tal, realizou-se um estudo bibliométrico que partiu de um levantamento de 339 trabalhos filtrados de 2005 a 2025.

Foram identificadas as principais características da produção científica no período, como o perfil de autoria, instituições e países envolvidos, temas mais abordados e periódicos com maior impacto. Os resultados mostram um crescimento progressivo do interesse pelo tema, bem como uma diversidade de aplicações em áreas como segurança, produtividade, inspeções e integração com BIM.

Dessa forma, o artigo contribui para a sistematização do conhecimento já produzido sobre o tema e serve como base para o desenvolvimento de novos estudos e aplicações futuras. Apesar das contribuições, este estudo possui algumas limitações, sendo a utilização exclusiva da base de dados Scopus a principal. A utilização de outras bases, como a *Web of Science*, pode complementar os resultados.

REFERÊNCIAS

BOLOURIAN, Neshat; HAMMAD, Amin. 2020. LiDAR-equipped UAV path planning considering potential locations of defects for bridge inspection. **Automation in Construction.** v. 117, set. 2020, p. 103250. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103250.

BUFREM, Leilah; PRATES, Yara. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, p. 9-25, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-19652005000200002.

CARVALHO, Eber Luiz Arruda; TEIXEIRA, Noelto da Cruz; ALMEIDA, Geraldo Antônio Gomes; CARVALHO, Douglas Macena de. Detecção de manifestações patológicas em pavimento asfáltico por meio de drone. **UNICIÊNCIAS**, v. 27, n. 1, p. 71-76, 2023. DOI:https://doi.org/10.17921/14155141.2023v27n1p71-76.

COBO, Manuel et al. 2011. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1382–1402. DOI: https://doi.org/10.1002/asi.21525.

DAUD, Sharifah Mastura Syed Mohd; YUSOF, Mohd Yusmiaidil Putera Mohd; HEO, Chong Chin; KHOO, Lay See; SINGH, Mansharan Kaur Chainchel; MAHMOOD, Mohd Shah; NAWAWI, Hapizah. Applications of drone in disaster management: A scoping review. **Science & Justice**, v. 62, n. 1, p. 30–42, jan. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002.

ELLENBERG, A., KONTSOS, Antonios; MOON, Farhana; BARTOLI, Ivan. 2016. Bridge related damage quantification using unmanned aerial vehicle imagery. **Structural Control and Health Monitoring.**V. 23 (9) (2016), pp. 1168-1179, 10.1002/stc.1831.

FREIMUTH, Henk; KÖNIG, Marcus. 2018. Automatic inspection data collection of building surface based on BIM and UAV. **Automation in Construction.** Volume 96, December 2018, Pages 540-553. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.016

GHEISARI, Masoud; ESMAEILI, Bijan. Applications and requirements of unmanned aerial systems (UASs) for construction safety. **Safety Science**, v. 118, set. 2019, p. 230–240. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.015.

HASSANALIAN, Mostafa; ABDELKEFI, Abdessattar, 2017. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. **Progress in Aerospace Sciences**. V. 91, Pages 99-131 https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003.

JANSSEN, Simon. 2015. Assessing the perception of drones in the construction industry. **University of Twente. Bachelor Thesis**. http://essay.utwente.nl/68985/1/Janssen-Simon.pdf

LABOVICH, M. 2017. What are the opportunities for and challenges to drone powered solutions? Disponível em:https://www.pwc.ch/en/publications/2017/pwc_drone_powered_solutions_report_2017_en.pdf

LIN, Jacob; HAN, Kevin; GOLPARVAR-FARD, Mani. 2015. A framework for model-driven acquisition and analytics of visual data using UAVs for automated construction progress monitoring. **Computing in Civil Engineering**, Austin, Texas, pp. 156-164.

LIU, Peter et al. 2014. A review of rotorcraft unmanned aerial vehicle (UAV) developments and applications in civil engineering. **Smart Struct. Syst**. https://doi.org/10.12989/sss.2014.13.6.1065.

MARTÍNEZ, Jhonattan; GHEISARI, Masoud; ALARCÓN, Luis. 2020. UAV Integration in Current Construction Safety Planning and Monitoring Processes: Case Study of a High-Rise Building Construction Project in Chile. **Journal of Management in Engineering**. https://doi.org/10.1061/ (ASCE)ME.1943-5479.0000761.

MELO, Roseneia; COSTA, D. *Safety-I and Safety-II: Contributions of UAS Safety Monitoring on Construction Sites*. **Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31),** 2023. DOI: 10.24928/2023/0141.

MOLINA, Andres. Acero; HUANG, Yilei; JIANG, Yuhan. 2023. A Review of Unmanned Aerial Vehicle Applications in Construction Management: 2016–2021. **Standards**, 3(2), 95-109; https://doi.org/10.3390/standards3020009.

NEIL, Opfer; SHIELDS, David. 2014. Unmanned Aerial Vehicle Applications and Issues for Construction. **American Society for Engineering Education**. DOI: 10.18260/1-2—23235.

NEX, Francesco; REMONDINO, Fabio. 2014. UAV for 3D mapping applications: a review. **Applied Geomatics**, 6 (1), pp. 1-15, 10.1007/s12518-013-0120-x

NUNES, Claudia Ribeiro; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves. 2020. A Utilização Particular Ou Empresarial De Drones No Brasil: Responsabilidade Civil e Ambiental ou Marco Regulatório. **Revista Brasileira de Direito**, v. 17, p. 13-24. DOI: 10.24067/RJFA7;17.2:840.

PEINADO, Hugo; MELO, Roseneia; SANTOS, Mírian; COSTA, Dayana. *Potential Application of Deep Learning and UAS for Guardrail Safety Inspection*. **Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)**, 2023. DOI: 10.24928/2023/0148.

RADEMANN, Lucas Krein. TRENTIN, Romario. 2020. Novas geotecnologias aplicadas ao estudo geomorfológico: exemplo de morfometria da Voçoroca do Areal, Cacequi-RS. **Geotextos**. DOI: 10.9771/geo.v16i1.35474.

RAHNAMAYIEZEKAVAT, Payam; MOURAD, Mohamed; MOSTAFA, Sherif; MOON, Sungkon; SENARATNE, Sepani. *Enriching BIM with Unmanned Aerial Systems Data for Enhancing Construction Management Operations*. **Sustainability**, v. 14, n. 18, p. 11362, 2022. DOI: 10.3390/su141811362.

SAMAD, A.M. 2013. The potential of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for civilian and mapping application Proceedings. **IEEE 3rd International Conference on System Engineering and Technology.**

SIEBERT, Sebastian; TEIZER, Jochen. 2014. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. **Automation in Construction**.V. 41, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.01.004.

VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. 2014. Visualizing Bibliometric Networks. In: DING, Y.; ROUSSEAU, R.; WOLFRAM, D. (Ed.). **Measuring Scholarly Impact. Leiden: Springer**, p. 285–320.

YAHYA, Mohd Yamani; SHUN, Wong Pao; YASSIN, Azlina; ROSHARTINI, Omar. 2021.The Challenges of Drone Application in the Construction Industry. **Journal of Technology Management and Business,** Vol. 8 No. 1 (2021) p. 20-27. DOI:10.30880/jtmb.2021.08.01.003.

YEUM, Chul Min; DYKE, Shirley. 2015. Vision-based automated crack detection for bridge inspection. **Comp.-Aided Civil Infrastruct.** Eng., 30 (10), pp. 759-770, 10.1111/mice.12141.

ZHOU, Shi; GHEISARI, Masoud, 2018. Unmanned Aerial System Applications In Construction: A Systematic Review. **Construction Innovation,** Vol. 18 No. 4, pp. 453-468**.** https://doi.org/10.1108/CI-02-2018-0010.

ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaž. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015. DOI: https://doi.org/10.1177/1094428114562629.