

Segurança do trabalho em canteiros de obras: uma análise bibliométrica das estratégias de prevenção de acidentes relacionadas ao projeto e à organização do espaço

Occupational safety on construction sites: a bibliometric analysis of accident prevention strategies related to design and spatial organization

¹ Gabriela Ferreira  

¹ Jéssica Vicente Luiz  

¹ Universidade de São Paulo

RESUMO

A segurança do trabalho em canteiros de obras permanece como um dos maiores desafios da construção civil, dada a elevada incidência de acidentes ocupacionais e a complexidade dos ambientes de obra. Este estudo realiza uma análise bibliométrica associada a uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de mapear a produção científica relacionada às estratégias de prevenção de acidentes que envolvem o projeto e a organização espacial dos canteiros. A busca foi conduzida na base Scopus, resultando, inicialmente, em 522 documentos, posteriormente analisados por meio do software VOSviewer. Os documentos foram filtrados com base na aderência ao tema, considerando estudos relacionados à prevenção de acidentes, riscos ocupacionais e organização do canteiro. Os resultados revelam crescimento expressivo das publicações ao longo dos últimos anos, com destaque para a produção liderada por China, Estados Unidos, Reino Unido e Região Administrativa Especial de Hong Kong. As análises de coocorrência evidenciam clusters temáticos que abordam riscos ocupacionais, prevenção de acidentes, tecnologias digitais e fatores humanos. O estudo aponta ainda a crescente integração de ferramentas como visão computacional, aprendizado profundo, modelagem da informação da construção e drones na detecção de riscos e monitoramento das atividades de obra. A análise evidencia como as decisões de projeto e a configuração espacial do canteiro influenciam a ocorrência de acidentes e a eficiência das estratégias preventivas. Conclui-se que a literatura contemporânea tem avançado na compreensão multidimensional da segurança no canteiro, integrando aspectos tecnológicos, comportamentais e organizacionais, ao mesmo tempo em que evidencia a necessidade de maior articulação entre etapas de projeto e estratégias preventivas.

Palavras-chave

Segurança do trabalho. Construção civil. Prevenção de acidentes. Organização do canteiro.

ABSTRACT

Occupational safety on construction sites remains a major challenge in the construction industry due to the high incidence of work-related accidents and the complexity of site environments. This study presents a bibliometric analysis combined with a systematic literature review to map scientific production related to accident prevention strategies associated with design and spatial organization of construction sites. The search was conducted in the Scopus database, resulting in 522 documents, which were analyzed using VOSviewer software. The selection considered studies focused on accident prevention, occupational risks, and site organization. The results indicate a significant growth in publications in recent years, with prominent contributions from China, the United States, United Kingdom and the Hong Kong Special Administrative Region. Co-occurrence analyses reveal thematic clusters related to occupational risks, accident prevention, digital technologies, and human factors. The study also highlights the increasing use of tools such as computer vision, deep learning, building information modeling, and drones for risk detection and monitoring of construction activities. The findings demonstrate that design decisions and spatial configuration play a relevant role in accident occurrence and prevention. The literature points toward a multidimensional approach to construction site safety, integrating technological, organizational, and behavioral aspects.

Keywords

Occupational safety. Construction industry. Accident prevention. Construction site organization.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil permanece entre os setores mais críticos em termos de acidentes de trabalho, concentrando elevados índices de lesões graves e fatalidades em diversos países. Segundo a Organização Internacional do Trabalho, cerca de 2,8 milhões de trabalhadores morrem anualmente em decorrência de acidentes e doenças ocupacionais, sendo que mais de mil mortes por dia estão diretamente relacionadas ao trabalho (ILO, 2023). No contexto dos canteiros, quedas de altura, colisões com equipamentos, soterramentos e falhas associadas ao uso incorreto ou à ausência de Equipamentos de Proteção Individual refletem a complexidade e a periculosidade intrínsecas ao ambiente de obra. No entanto, estudos contemporâneos evidenciam que esses eventos não derivam apenas de comportamentos individuais, mas de interações sistêmicas entre fatores humanos, organizacionais, tecnológicos e espaciais.

Revisões recentes mostram que muitos acidentes podem ser evitados por meio de planejamento prévio e de uma organização adequada do canteiro, uma vez que riscos materiais e humanos tendem a coexistir e se retroalimentar durante as operações construtivas (Meng *et al.*, 2021). Park *et al.* (2024) demonstram que a maior parte desses riscos emerge da combinação entre infraestrutura inadequada, circulação desordenada de trabalhadores e máquinas, ausência de proteções coletivas e pressões de produtividade, reforçando a necessidade de estratégias integradas de prevenção que considerem simultaneamente pessoas, processos e espaço. Situações comuns em acidentes, como andaimes montados de forma inadequada, ausência de guarda-corpos, falhas de sinalização e rotas de circulação conflitantes, evidenciam que a configuração física do canteiro desempenhando papel determinante na gênese das ocorrências.

Além disso, limitações práticas enfrentadas pelos gestores de segurança, como a amplitude territorial dos canteiros, a multiplicidade de frentes de trabalho e a dinâmica contínua das etapas construtivas, dificultam o monitoramento eficaz (Gupta; Nair, 2023). Mesmo em ambientes supervisionados, muitos trabalhadores tendem a adotar comportamentos seguros apenas na presença direta do fiscal, retornando a práticas arriscadas na ausência de vigilância, fenômeno observado também por Newaz *et al.* (2018), em estudo que evidencia a influência da sobrecarga, da percepção de risco limitada e da priorização da produção sobre o cumprimento das normas. Esses fatores ressaltam a importância de sistemas preventivos que integrem tecnologia, liderança, cultura organizacional e planejamento espacial, e não apenas mecanismos de fiscalização direta. Nesse cenário, tecnologias emergentes têm recebido destaque, como ferramentas de apoio ao gerenciamento de riscos. Modelos de visão computacional e aprendizado profundo vêm sendo aplicados para detectar automaticamente comportamentos inseguros, uso inadequado de EPIs e condições críticas de obra (Park *et al.*, 2024). Paralelamente, drones têm sido empregados para ampliar a visibilidade de áreas de risco, monitorar atividades em altura e apoiar inspeções que antes dependiam exclusivamente de observação humana (Gupta; Nair, 2023) protecting construction employees' occupational and health safety (OHS). Abordagens mais avançadas, como sistemas proativos baseados em localização (Li *et al.*, 2015), integram sensores, modelagem virtual e análise de comportamento para antecipar riscos e intervir rapidamente em situações potencialmente acidentárias.

Além da dimensão tecnológica, diversos estudos apontam a centralidade da cultura organizacional e das práticas gerenciais no desempenho de segurança. Pesquisas demonstram que comunicação verbal estruturada, *feedback* frequente e liderança ativa influenciam diretamente atitudes e comportamentos dos trabalhadores, aumentando o nível de segurança no canteiro (Kines *et al.*, 2010). Elementos socioculturais, como crenças locais, percepções de risco e valores compartilhados, também moldam a forma como as normas são assimiladas e praticadas, especialmente em contextos em que legados coloniais, desigualdades e condições informais de trabalho dificultam a implementação efetiva das políticas de segurança (Sherratt; Aboagye-Nimo, 2022).

Outras pesquisas reforçam que práticas de gestão de pessoas, como treinamento, feedback, seleção baseada em experiência e comunicação estruturada, exercem impacto direto na redução de acidentes (Lai et al., 2011). Contudo, embora haja avanços na compreensão das dimensões comportamentais e tecnológicas da segurança, persiste uma lacuna importante: a integração sistemática entre segurança, planejamento do canteiro e decisões de projeto. Determinados aspectos, como layout, circulação, posicionamento de equipamentos, compartimentação de áreas de risco e sequenciamento construtivo ainda são pouco explorados em estudos que buscam relacionar diretamente espaço físico e ocorrência de acidentes.

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender de forma integrada como fatores projetuais, tecnológicos e organizacionais têm sido abordados na literatura científica. Assim, este trabalho se propõe a realizar uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática da produção internacional sobre segurança em canteiros de obras, com ênfase nas estratégias de prevenção relacionadas ao projeto e à organização espacial. Essa abordagem permite identificar tendências, lacunas, autores mais influentes, tecnologias emergentes e perspectivas teóricas que vêm moldando o campo, oferecendo bases robustas para aprimorar práticas preventivas e orientar pesquisas futuras.

2 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma análise bibliométrica associada a uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar e caracterizar as estratégias de prevenção de acidentes discutidas na produção científica internacional, relacionadas à segurança do trabalho em canteiros de obras, especialmente no que se refere às influências do projeto e da organização espacial do canteiro.

A busca bibliográfica foi realizada na base Scopus sem restrição para os primeiros anos de publicação, mantendo apenas o limite superior de 2025, para assegurar que fossem considerados anos completos, evitando a inclusão de dados parciais. A estratégia de busca utilizou os descritores “*Construction site safety*” OR “*Safety management in construction*”, aplicados no campo “*Article title, Abstract, Keywords*”. Essa busca resultou na identificação inicial de 522 documentos, que constituíram o conjunto bruto de dados para o processo subsequente de triagem.

Após a extração dos documentos, foram aplicados critérios de inclusão que contemplaram estudos relacionados à segurança no canteiro de obras, à prevenção de acidentes, à gestão de riscos, à influência do projeto na segurança e à organização espacial do canteiro. Todo o material selecionado foi exportado da base Scopus em formato CSV, incluindo informações bibliográficas completas, dados de citação, resumos e palavras-chave indexadas e fornecidas pelos autores.

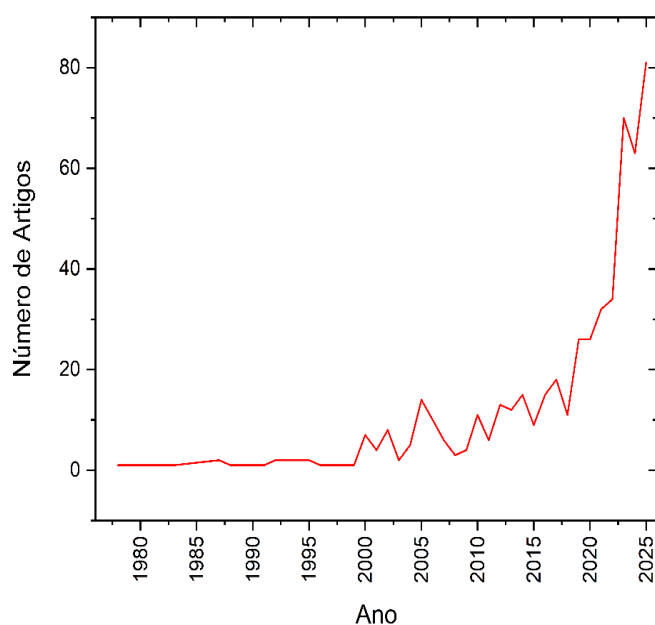
Foi realizada uma etapa de tratamento dos dados no próprio VOSviewer, incluindo a padronização de termos duplicados, remoção de palavras irrelevantes e unificação de descritores equivalentes. A análise bibliométrica foi conduzida, utilizando o *software* VOSviewer, por meio da funcionalidade “*Create a map based on bibliographic data*”. O arquivo CSV exportado foi importado integralmente no programa, permitindo a construção de redes de coautoria, cooperação institucional, colaboração entre países e coocorrência de palavras-chave. As visualizações foram geradas nos modos de rede e arquivo de texto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca resultou em 522 documentos, que foram organizados, inicialmente, conforme o ano de publicação (figura 1). O comportamento temporal das publicações revela um crescimento progressivo e consistente ao longo das últimas décadas, com um aumento significativo a partir de 2010 e um salto expressivo após

2020. Entre os anos de 1978 e o início dos anos 2000, observa-se um número reduzido de artigos publicados, indicando que o tema ainda não estava consolidado como área de interesse científico. A partir de meados de 2005, o gráfico evidencia uma tendência de expansão, com oscilações naturais, mas mantendo trajetória ascendente. Esse crescimento se intensifica após 2020, refletindo maior atenção da comunidade acadêmica para a temática investigada, possivelmente associada ao avanço das discussões sobre segurança, sustentabilidade e inovação nos canteiros de obras. O pico observado em 2025 demonstra um momento de maturidade e ampla produção científica, sugerindo que o tema se consolidou como relevante e atual no cenário internacional.

Figura 1 - Evolução anual do número de artigos publicados sobre o tema ao longo do período analisado.



Fonte: Autoria própria

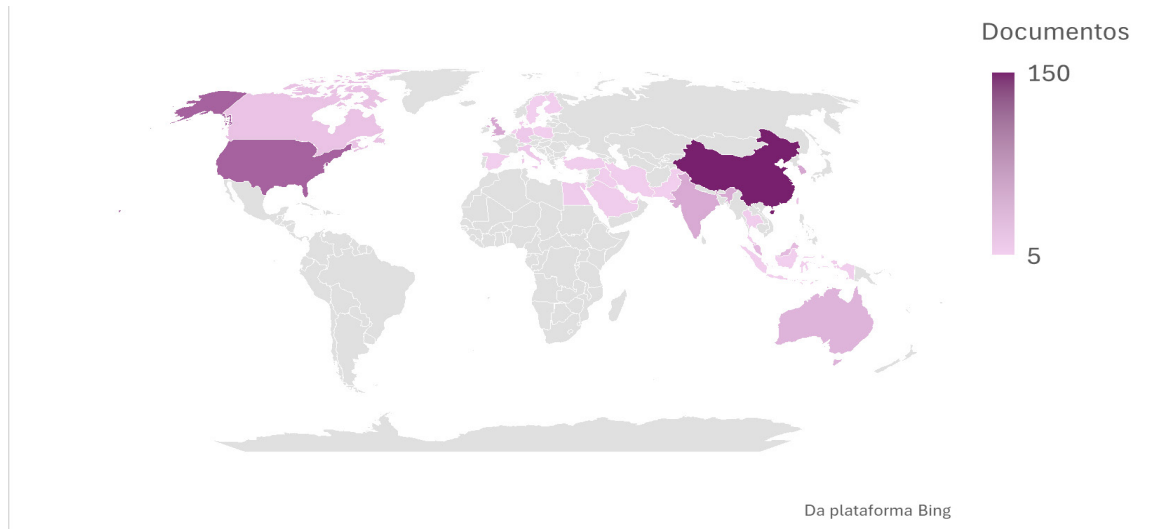
A distribuição dos países com maior produção científica evidencia diferenças marcantes em volume de documentos (figura 2). A China se destaca de forma expressiva, liderando em número de publicações (150) e apresentando também elevado impacto (2298 citações), o que demonstra forte investimento e consolidação da pesquisa na área. Os Estados Unidos ocupam a segunda posição em impacto, com 3747 citações, mesmo com um número menor de documentos (95), indicando alta relevância e influência internacional de seus estudos. A Região Administrativa Especial de Hong Kong (39 documentos; 1858 citações) e o Reino Unido (37 documentos; 1860 citações) também apresentam desempenho significativo, revelando pesquisas de alta visibilidade global.

Outras nações, como Coreia do Sul (38 publicações; 809 citações), Índia (36; 198) e Austrália (27; 1019), mostram produção consistente, embora com variação no impacto das citações, refletindo diferenças na maturidade e no alcance internacional das pesquisas. Já países como Egito, Indonésia, Polônia e Países Baixos apresentam número reduzido de documentos e baixo impacto, indicando contribuições pontuais ou emergentes na temática.

De modo geral, a análise revela uma forte concentração da produção e do impacto científico em países asiáticos e anglo-saxões, que lideram as discussões e avanços na área. Essa desigualdade evidencia não

apenas a capacidade científica instalada, mas também o interesse estratégico de determinadas regiões em desenvolver pesquisas relacionadas à segurança, planejamento e inovação em canteiros de obras.

Figura 2 - Mapa indicando o número de publicações por país.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2025).

Observa-se que países latino-americanos e africanos apresentam baixa participação, o que sugere menor consolidação de políticas de pesquisa ou limitações estruturais na coleta e tratamento de dados sobre segurança em obras.

A análise das organizações com maior número de documentos mostra uma clara concentração da produção científica em instituições asiáticas e norte-americanas. O maior destaque é o *Department of Building and Real Estate da Hong Kong Polytechnic University*, que apresenta 16 documentos, evidenciando sua forte atuação em pesquisa aplicada ao ambiente construído, gestão e engenharia. Outras instituições de Hong Kong também se sobressaem, como o *Department of Civil & Environmental Engineering da Hong Kong University of Science and Technology*, com 5 documentos, e o *Department of Real Estate and Construction da University of Hong Kong*, com 9 documentos, reforçando o papel do território como um importante polo de pesquisa na área. Na China continental, a *Tsinghua University*, por meio do *Department of Construction Management*, contribui com 5 documentos, assim como o *Department of Construction and Real Estate da Southeast University*, que registra 4 documentos. Além dessas, instituições de outros países também aparecem entre as mais produtivas, como o *College of Engineering de Oregon*, Estados Unidos, com 5 documentos; o *Department of Civil and Building Engineering da Loughborough University*, Reino Unido, com 4 documentos; e o *Department of Civil Engineering do SRM Institute of Science and Technology*, Índia, com 5 documentos. Esse conjunto evidencia uma rede global de produção científica, embora fortemente liderada por centros de excelência da Ásia.

A análise dos 15 autores mais citados, apresentados na Tabela 1, revela um panorama claro da liderança acadêmica no campo investigado, destacando pesquisadores que exercem forte influência tanto pelo volume de produção quanto pelo impacto de suas citações. Conforme mostrado na Tabela 1, John Gambatese aparece como o autor de maior relevância, reunindo 12 documentos e 661 citações; seguido por Jochen Teizer, com 6 documentos e 637 citações; e Jimmie W. Hinze, também com 6 documentos, acumulando 563 citações. Esses três autores se destacam como referências consolidadas na área.

A Tabela 1 também evidencia autores que, mesmo com menor número de publicações, apresentam elevado impacto científico. É o caso de C. M. Tam, com 3 documentos e 534 citações; bem como Steve M. Rowlinson, que possui 7 documentos e 485 citações; e Heng Li, com 7 documentos e 410 citações. Esses resultados reforçam que a influência acadêmica não está apenas relacionada à produtividade, mas também ao alcance e relevância dos estudos publicados.

Além disso, um grupo de autores aparece com 1 documento cada, porém todos com 426 citações, incluindo Saixing X. Zeng, Ashraf A. Ahmed, Anuoluwapo O. Ajayi, Olugbenga O. Akinade, Taofeek Dolapo Akinosho, Muhammad Bilal, Manuel Davila Delgado e Lukumon O. Oyedele. Conforme sintetizado na Tabela 2, esse padrão indica contribuições pontuais de elevada relevância que se tornaram amplamente referenciadas na literatura.

No conjunto, a Tabela 1 demonstra que o campo conta tanto com pesquisadores de alta produtividade e impacto contínuo quanto com autores que, mesmo com produções isoladas, alcançaram grande visibilidade científica, contribuindo para um avanço robusto e diversificado da área.

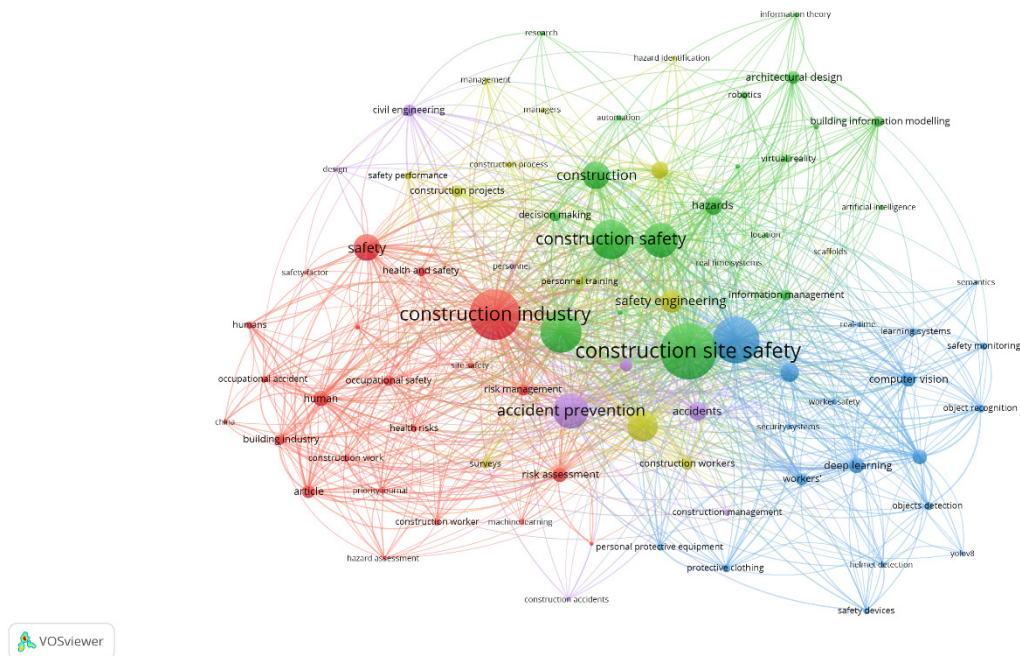
Tabela 1 - Relação dos 15 autores mais citados, incluindo quantidade de documentos publicados e total de citações, evidenciando sua relevância na área estudada.

Autor	Documentos	Citações
Gambatese, John A.	12	661
Teizer, Jochen	6	637
Hinze, Jimmie W.	6	563
Tam, C.M.	3	534
Rowlinson, Steve M.	7	485
Zeng, Saixing X.	2	470
Ahmed, Ashraf A.	1	426
Ajayi, Anuoluwapo O.	1	426
Akinade, Olugbenga O.	1	426
Akinosho, Taofeek Dolapo	1	426
Bilal, Muhammad	1	426
Delgado, Manuel Davila	1	426
Oyedele, Lukumon O.	1	426
Li, Heng	7	410

Fonte: Elaborado pelo autor, (2025).

A rede bibliométrica apresentada na figura 3 revela a estrutura temática central da pesquisa em segurança no trabalho aplicada ao setor da construção civil. Os nós maiores representam os termos com maior número de ocorrências e maior força de ligação total, o que indica sua relevância e conexão com outros tópicos na literatura. De acordo com os dados analisados, os termos *construction industry* (157 ocorrências), *construction site safety* (175 ocorrências), *construction sites* (142), *occupational risks* (87) e *accident prevention* (104) formam o núcleo conceitual do campo, demonstrando que a maior parte das pesquisas se concentra na compreensão dos riscos ocupacionais e nas estratégias para prevenção de acidentes em canteiros de obras.

Figura 3 - Rede bibliométrica dos principais termos relacionados à segurança no trabalho na construção civil, representando a coocorrência de palavras-chave e a formação de *clusters* temáticos.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2025).

A figura 3 também evidencia a presença de *clusters* temáticos que se organizam em torno de diferentes eixos da área. Um dos *clusters*, representado em verde, agrupa temas relacionados a *construction safety*, *hazards*, *decision making*, *building information modelling* e *virtual reality*, indicando o avanço de tecnologias digitais e ferramentas de apoio ao processo decisório em segurança. Já o *cluster* azul destaca a forte presença de termos associados à *computer vision*, *deep learning*, *object detection*, *helmet detection* e sistemas de monitoramento, revelando um crescimento expressivo de pesquisas baseadas em inteligência artificial e automação para inspeção e análise de riscos em tempo real. No entanto, a adoção dessas tecnologias ainda enfrenta desafios, como custo elevado, necessidade de infraestrutura adequada, treinamento das equipes e baixa padronização de protocolos operacionais.

Outro grupo, em vermelho, abrange conceitos tradicionais da área de segurança do trabalho, como *occupational safety*, *health and safety*, *safety performance*, *hazard assessment* e *construction accidents*, reforçando que os estudos continuam priorizando o entendimento dos fatores humanos e organizacionais que influenciam os acidentes. Termos como *architectural design* e *civil engineering* aparecem conectados a esses *clusters*, indicando a aproximação entre projeto, engenharia e gestão da segurança, alinhando-se à literatura que defende a incorporação de diretrizes preventivas desde a fase de concepção do ambiente construído. No entanto, a literatura ainda carece de análises aprofundadas sobre como decisões arquitetônicas específicas, como *layout* de circulação, posicionamento de equipamentos e definição de áreas de risco, influenciam diretamente a ocorrência de acidentes.

Assim, conforme ilustrado na figura 3, a rede bibliométrica demonstra um campo consolidado, multidisciplinar e em expansão, no qual coexistem abordagens tradicionais de segurança ocupacional e tendências emergentes associadas a tecnologias inteligentes, digitalização e métodos avançados de monitoramento e análise de riscos.

Além dessa estrutura geral, observa-se que a literatura recente tem avançado de forma significativa na integração entre tecnologias digitais e estratégias preventivas. Estudos como Zhu et al. (2016) demonstram que sistemas de visão computacional são capazes não apenas de detectar trabalhadores e equipamentos, mas também de prever suas trajetórias, antecipando colisões e aumentando a capacidade preventiva nos canteiros. Esse tipo de abordagem amplia substancialmente o potencial das tecnologias emergentes ao permitir que decisões sejam tomadas antes que um cenário de risco se concretize. Outro avanço relevante é apresentado por Yang et al. (2011), que identificaram que, aproximadamente, 77,8 por cento dos acidentes analisados estavam relacionados a falhas de identidade, controle de acesso, ausência de inspeções ou operação por pessoas não qualificadas. O uso de sistemas integrados de RFID e redes ZigBee se mostrou eficaz para mitigar esse problema, reforçando o papel dos fatores gerenciais e organizacionais na prevenção de acidentes, além de evidenciar a necessidade de maior controle sobre quem acessa áreas críticas e equipamentos específicos.

Já Shi et al. (2025) demonstram que modelos baseados em mineração de texto, árvores de falhas e redes Bayesianas conseguem identificar que fatores de gestão e fatores técnicos possuem maior influência sobre a ocorrência de acidentes graves. Os autores destacam que a segurança nos canteiros é resultado de interações complexas entre variáveis humanas, ambientais, técnicas e organizacionais, defendendo a necessidade de metodologias integradas capazes de analisar múltiplas dimensões simultaneamente.

Esses achados reforçam que, embora a produção científica atual apresente avanços no monitoramento, detecção e análise de riscos, ainda há necessidade de maior articulação entre projeto arquitetônico, organização espacial, sistemas inteligentes e práticas gerenciais. A integração dessas dimensões é fundamental para reduzir acidentes desde as fases iniciais de concepção, considerando que decisões sobre *layout*, circulação, setorização e distribuição de equipamentos exercem impacto direto sobre a probabilidade de incidentes no canteiro.

Dessa forma, os resultados desta análise indicam que a segurança do trabalho na construção deve ser compreendida como um fenômeno multidimensional, no qual tecnologias digitais, fatores humanos, planejamento espacial e gestão organizacional precisam ser abordados de forma integrada. A literatura aponta uma clara tendência de migração para abordagens proativas, baseadas em dados e suportadas por ferramentas de inteligência artificial, embora desafios persistam na padronização desses sistemas e na sua incorporação às etapas de projeto.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a segurança do trabalho em canteiros de obras constitui um campo de pesquisa consolidado e em expansão, marcado por significativa evolução nos últimos anos. A análise bibliométrica evidenciou um crescente interesse da comunidade científica internacional pelo tema, especialmente após 2020, período no qual se observa aumento expressivo no número de publicações. A produção científica concentra-se majoritariamente em países asiáticos e anglo-saxões, liderados pela China e pelos Estados Unidos, além da Região Administrativa Especial de Hong Kong, onde instituições e autores apresentam alto volume de documentos, impacto relevante e forte articulação em redes de cooperação.

A investigação também revelou que a literatura atual se organiza em torno de múltiplos eixos temáticos. Um conjunto expressivo de estudos concentra-se nos riscos ocupacionais e nas estratégias clássicas de prevenção de acidentes, destacando a importância da gestão de riscos, da cultura organizacional e das práticas comportamentais de segurança. Em paralelo, observa-se expansão crescente de pesquisas voltadas ao uso de tecnologias emergentes, como visão computacional, aprendizado profundo, modelagem da informação da construção e drones, que vêm transformando as abordagens de monitoramento, detecção de perigos e tomada de decisão nos canteiros.

Outro achado relevante refere-se à articulação entre projeto, organização espacial e segurança. A literatura demonstra que fatores relacionados à concepção dos ambientes, ao planejamento físico do canteiro e à gestão dos fluxos de trabalho influenciam diretamente a ocorrência de acidentes. Apesar disso, ainda são limitados os estudos que abordam de maneira integrada o papel do projeto arquitetônico e da organização espacial como elementos estruturantes das estratégias preventivas, indicando uma lacuna que merece aprofundamento.

Dessa forma, o presente estudo contribui ao oferecer uma visão abrangente da produção científica contemporânea sobre segurança em canteiros de obras, identificando tendências, oportunidades e desafios que podem orientar futuras pesquisas. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem modelos integrados que vinculem diretamente o processo de concepção arquitetônica às estratégias de mitigação de riscos, bem como estudos de implementação prática em canteiros reais. Os resultados reforçam a necessidade de abordagens multidisciplinares que combinem conhecimentos técnicos, gerenciais, tecnológicos e projetuais, a fim de promover ambientes de trabalho mais seguros, eficientes e alinhados às transformações da construção civil.

Como limitação, destaca-se que a análise se baseou exclusivamente na base Scopus, o que pode restringir o alcance global da produção científica. Investigações futuras poderiam incluir outras bases, como Web of Science.

REFERÊNCIAS

- GUPTA, Saurabh; NAIR, Syam. A review of the emerging role of UAVs in construction site safety monitoring. **Materials Today: Proceedings**, [S.l.], v. 5, n. 8, p. 327–345. Data de publicação: 14 mar. 2023. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.135. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532301177X>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. Safety and health at the heart of the future of work. [S. l.]: ILO, [s. d.]. Disponível em: <https://www.ilo.org>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- KINES, Pete; ANDERSEN, Lars P. S.; SPANGENBERG, Soren; MIKKELSEN, Kim L.; DYREBORG, Johnny; ZOHAR, Dov. Improving construction site safety through leader-based verbal safety communication. **Journal of Safety Research**, [S. l.], v. 41, n. 5, p. 399–406. Data de publicação: 4 set. 2010. DOI: 10.1016/j.jsr.2010.06.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022437510000769>. Acesso em: 27 nov. 2025.
- LAI, Diana N. C.; LIU, Min; LING, Florence Y. Y. A comparative study on adopting human resource practices for safety management on construction projects in the United States and Singapore. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 29, n. 8, p. 1018–1032. Data de publicação: 10 mai 2010. DOI: 10.1016/j.ijproman.2010.11.004. Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786310001481](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786310001481). Acesso em: 03 dez. 2025.
- LI, Heng; LU, Miaojia; HSU, Shu-Chien; GRAY, Matthew; HUANG, Ting. Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. **Safety Science**, [S. l.], v. 75, p. 107–117. Data de publicação: 25 fev. 2015. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.01.013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753515000144>. Acesso em: 03 dez. 2025.
- MENG, Qingfeng; LIU, Wenyao; LI, Zhen; HU, Xin. Influencing factors, mechanism and prevention of construction workers' unsafe behaviors: a systematic literature review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 2644. Data de publicação: 5 mar. 2021. DOI: 10.3390/ijerph18052644. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2644>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- NEWAZ, Mohammad Tanvi; DAVIS, Peter Rex; JEFFERIES, Marcus; PILLAY, Manikam. Developing a safety climate factor model in construction research and practice: a systematic review identifying future directions for research. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 738–757. Data de publicação: 25 jul. 2018. DOI: 10.1108/ECAM-02-2017-0038. Disponível em: <https://www.emerald.com/ecam/article-abstract/25/6/738/46488/Developing-a-safety-climate-factor-model-in?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- PARK, Jeongeun; SEONG, Sojeong; PARK, Soyeon; KIM, Minchae; KIM, Ha Young. Multi-label material and human risk factors recognition model for construction site safety management. **Journal of Safety Research**, [S. l.], v. 91, p. 354–365. Data de publicação: 3 out. 2024. DOI: 10.1016/j.jsr.2024.10.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437524001427>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- SHERRATT, Fred; ABOAGYE-NIMO, Ernest. Decolonizing occupational safety management: the case of construction site safety culture in Ghana. **Safety Science**, [S. l.], v. 154, p. 105846. Data de publicação: 10 mar. 2022. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105732. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753522000728?casa_token=DB1UC-Eq6UwAAAAA:sdaaQIL96RIVog_pWjx0VNo2c3qLSkdpHZZCl133uaQ3m-0SGajSHaozhjml4OehRZCB5HVoEmmp. Acesso em: 20 nov. 2025.

SHI, Donghui; GAN, Shuling; ZURADA, Jozef; GUAN, Jian; WANG, Feilong; WEICHBROTH, Pawel. A multi-model approach to construction site safety: fault trees, Bayesian networks, and ontology reasoning. **Expert Systems with Applications**, [S. l.], v. 288, p. 127817. Data de publicação: 21 mai 2025. DOI: 10.1016/j.eswa.2025.127817. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417425014393>. Acesso em: 09 dez. 2025.

YANG, Huanjia; CHEW, David A. S.; WU, Weiwei; ZHOU, Zhipeng; LI, Qiming. Design and implementation of an identification system in construction site safety for proactive accident prevention. **Accident Analysis & Prevention**, [S. l.], v. 48, p. 193–203. Data de publicação: 26 jun 2011. DOI: 10.1016/j.aap.2011.06.017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511001837>. Acesso em: 24 nov. 2025.

ZHU, Zhenhua; PARK, Man-Woo; KOCH, Christian; SOLTANI, Mohamad; HAMMAD, Amin; DAVARI, Khashayar. Predicting movements of onsite workers and mobile equipment for enhancing construction site safety. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 68, p. 95–101. Data de publicação: 20 mai 2016. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.04.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580516300802>. Acesso em: 02 dez. 2025.