

PANORAMA DAS METODOLOGIAS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS EM SISTEMAS ORGANIZACIONAIS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Willian Alber da Silva Farias¹;

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<https://lattes.cnpq.br/0754692042581100>

Jeniffer Bomfim da Silva²;

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

<https://lattes.cnpq.br/9631128365143457>

Edilson Marinho da Silva Junior³;

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<https://lattes.cnpq.br/5756262238802260>

Ricardo Luiz Vieira de França⁴;

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/9837778814591067>

Rafael Matos de Souza⁵;

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/2516264409112362>

Cleber Medeiros de Lucena⁶.

⁶Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<https://lattes.cnpq.br/3638207334942992>

RESUMO: O gerenciamento de riscos tem assumido papel estratégico em sistemas organizacionais devido ao aumento da complexidade operacional, da necessidade de suporte à tomada de decisão e da incorporação de novas tecnologias aos processos produtivos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a produção científica relacionada às metodologias de gerenciamento de riscos por meio de uma abordagem

bibliométrica. A coleta de dados foi realizada na base ScienceDirect utilizando a estratégia de busca (“*risk management*” OR “*risk analysis*”) AND (“*FMEA*” OR “*HAZOP*” OR “*Bow-Tie*” OR “*risk assessment*”), considerando publicações entre 2020 e 2027. Foram analisados 2000 artigos científicos e seus metadados bibliométricos por meio do software VOSviewer, com foco na análise de coocorrência de palavras-chave. Os resultados evidenciaram que os termos *risk assessment* e *risk management* constituem os principais núcleos conceituais da literatura, articulando metodologias clássicas, como FMEA, HAZOP, *Bow-Tie* e matriz de risco, com abordagens emergentes relacionadas à inteligência artificial, modelagem probabilística, sustentabilidade e suporte à decisão. Conclui-se que o gerenciamento de riscos apresenta caráter fortemente interdisciplinar, demonstrando evolução para modelos mais integrados, preditivos e orientados à gestão estratégica em sistemas organizacionais complexos.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de riscos. Análise bibliométrica. Análise de risco.

OVERVIEW OF RISK MANAGEMENT METHODOLOGIES IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT: Risk management has assumed a strategic role in organizational systems due to increasing operational complexity, the growing need for decision-making support, and the incorporation of new technologies into productive processes. In this context, the present study aimed to analyze the scientific production related to risk management methodologies through a bibliometric approach. Data collection was carried out in the ScienceDirect database using the search strategy (“*risk management*” OR “*risk analysis*”) AND (“*FMEA*” OR “*HAZOP*” OR “*Bow-Tie*” OR “*risk assessment*”), considering publications from 2020 to 2027. A total of 2000 scientific articles and their bibliometric metadata were analyzed using the VOSviewer software, focusing on keyword co-occurrence analysis. The results showed that the terms risk assessment and risk management constitute the main conceptual nuclei of the literature, integrating classical methodologies such as FMEA, HAZOP, Bow-Tie, and risk matrix with emerging approaches related to artificial intelligence, probabilistic modeling, sustainability, and decision support. It is concluded that risk management presents a strongly interdisciplinary character, evolving toward more integrated, predictive, and strategically oriented models for complex organizational systems.

KEY-WORDS: Risk management. Bibliometric analysis. Risk assessment.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento de riscos tem se consolidado como uma das principais estratégias organizacionais para prevenção de acidentes, redução de perdas e apoio à tomada de decisão em ambientes cada vez mais complexos e dinâmicos. A crescente interdependência entre

sistemas industriais, tecnológicos, ambientais e organizacionais ampliou a necessidade de métodos capazes de identificar, avaliar e controlar riscos de forma sistemática, integrada e preventiva. Nesse contexto, a gestão de riscos deixou de ser compreendida apenas como uma ferramenta operacional voltada à segurança, passando a assumir um papel estratégico associado à confiabilidade, sustentabilidade, continuidade operacional e resiliência organizacional (LEO; SHARMA; MADDULETY, 2019; HOPKIN, 2018).

Historicamente, diferentes metodologias foram desenvolvidas para apoiar os processos de análise e gerenciamento de riscos, destacando-se ferramentas como *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), *Hazard and Operability Study* (HAZOP), *Bow-Tie Analysis*, matrizes de risco e modelos probabilísticos, de acordo com a Figura 1. Essas metodologias possuem ampla aplicação em setores industriais, energéticos, ambientais, logísticos, hospitalares e corporativos, sendo utilizadas para identificar falhas potenciais, antecipar cenários críticos e propor medidas de mitigação e controle (FRANCK, 2007; KHAN; ABBASI, 1998).

Figura 1: Representação ilustrativa da integração das metodologias de análise de risco.



Fonte: Autores (2026).

Nos últimos anos, o avanço das tecnologias digitais e o aumento da complexidade dos sistemas organizacionais impulsionaram a incorporação de novas abordagens à gestão de riscos, incluindo inteligência artificial, *machine learning*, *big data*, redes Bayesianas e simulações probabilísticas. Essas tecnologias vêm permitindo análises mais dinâmicas, preditivas e integradas, ampliando a capacidade de monitoramento, modelagem de cenários e suporte à decisão em contextos marcados por incertezas (YADAV et al., 2024;

LEO; SHARMA; MADDULETY, 2019). Paralelamente, observa-se a ampliação do conceito de risco para além da segurança operacional tradicional, incorporando temas relacionados à sustentabilidade, mudanças climáticas, segurança cibernética, saúde pública, cadeia de suprimentos e resiliência organizacional.

Diante desse cenário, a literatura científica relacionada às metodologias de gerenciamento de riscos tem apresentado crescimento significativo, refletindo o interesse acadêmico e profissional na evolução das ferramentas de análise de risco e em suas aplicações interdisciplinares. Nesse contexto, estudos bibliométricos tornam-se importantes instrumentos para identificar padrões de publicação, tendências temáticas, relações entre conceitos e áreas emergentes de pesquisa, permitindo compreender a estrutura e a evolução científica de determinado campo do conhecimento (DONTHU et al., 2018; ZUPIC; ČATER, 2015).

Assim, a análise bibliométrica aplicada às metodologias de gerenciamento de riscos possibilita mapear os principais métodos empregados na literatura recente, identificar clusters temáticos predominantes e compreender como diferentes abordagens vêm sendo integradas a áreas como segurança de processos, sustentabilidade, inteligência artificial, análise probabilística e tomada de decisão organizacional. Além disso, esse tipo de análise contribui para a identificação de lacunas científicas e tendências emergentes, fornecendo subsídios para futuras pesquisas e aplicações práticas no campo da gestão de riscos.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo analisar a produção científica relacionada às metodologias de análise e gerenciamento de riscos por meio de uma abordagem bibliométrica da literatura indexada na base ScienceDirect. Busca-se identificar os principais padrões de publicação, tendências temáticas, relações entre palavras-chave e clusters científicos associados às metodologias de gerenciamento de riscos aplicadas à tomada de decisão organizacional. Além disso, pretende-se compreender como diferentes métodos de análise de risco vêm sendo empregados em contextos organizacionais, industriais, ambientais e tecnológicos, bem como analisar tendências emergentes relacionadas à inteligência artificial, sustentabilidade, modelagem probabilística, suporte à decisão e gestão preventiva. Por fim, o estudo busca mapear as relações entre os principais conceitos presentes na literatura científica recente, contribuindo para a compreensão da evolução e da estrutura temática do campo do gerenciamento de riscos.

METODOLOGIA

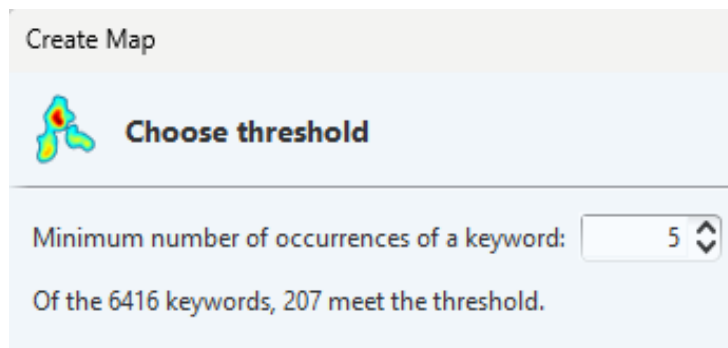
O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliométrica de abordagem quantitativa, com caráter exploratório, voltada à análise da produção científica relacionada às metodologias de análise e gerenciamento de riscos aplicadas à tomada de decisão

organizacional. A bibliometria consiste em um conjunto de métodos estatísticos e matemáticos aplicados à literatura científica com o objetivo de identificar padrões de publicação, relações entre conceitos e tendências emergentes em determinado campo do conhecimento (DONTHU et al., 2021; ZUPIC; ČATER, 2015).

A coleta de dados foi realizada na base científica ScienceDirect, uma das principais plataformas internacionais de indexação de artigos científicos revisados por pares. Para a recuperação dos documentos foi utilizada a estratégia de busca composta pelos operadores booleanos: (“*risk management*” OR “*risk analysis*”) AND (“*FMEA*” OR “*HAZOP*” OR “*Bow-Tie*” OR “*risk assessment*”). Foram considerados apenas artigos publicados no período de 2020 a 2027, de modo a capturar as contribuições mais recentes da literatura científica sobre métodos, ferramentas e abordagens aplicadas à identificação, avaliação, priorização e controle de riscos em contextos organizacionais, industriais e tecnológicos.

A partir dos resultados retornados pela base de dados, foram selecionados para análise os primeiros 2000 artigos, dos quais foram coletados os metadados bibliométricos referentes às palavras-chave associadas às publicações. Esses dados foram posteriormente organizados em planilha eletrônica para preparação e tratamento das informações utilizadas na análise bibliométrica.

Figura 2: Exigências para inclusão das palavras-chave no VOSviewer.



Fonte: Autores (2026).

A etapa de análise foi realizada com o auxílio do software VOSviewer, ferramenta amplamente utilizada em estudos de mapeamento científico para visualização de redes bibliométricas e análise de coocorrência de termos (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Inicialmente foram identificadas 6416 palavras-chave presentes nos artigos analisados. Com o objetivo de reduzir ruídos e concentrar a análise nos termos mais representativos da literatura, foi estabelecido um limiar mínimo de ocorrência de cinco repetições por palavra-chave. Após a aplicação desse critério, 207 palavras-chave atenderam ao limite estabelecido e foram utilizadas na construção da rede de coocorrência, de acordo com a Figura 2.

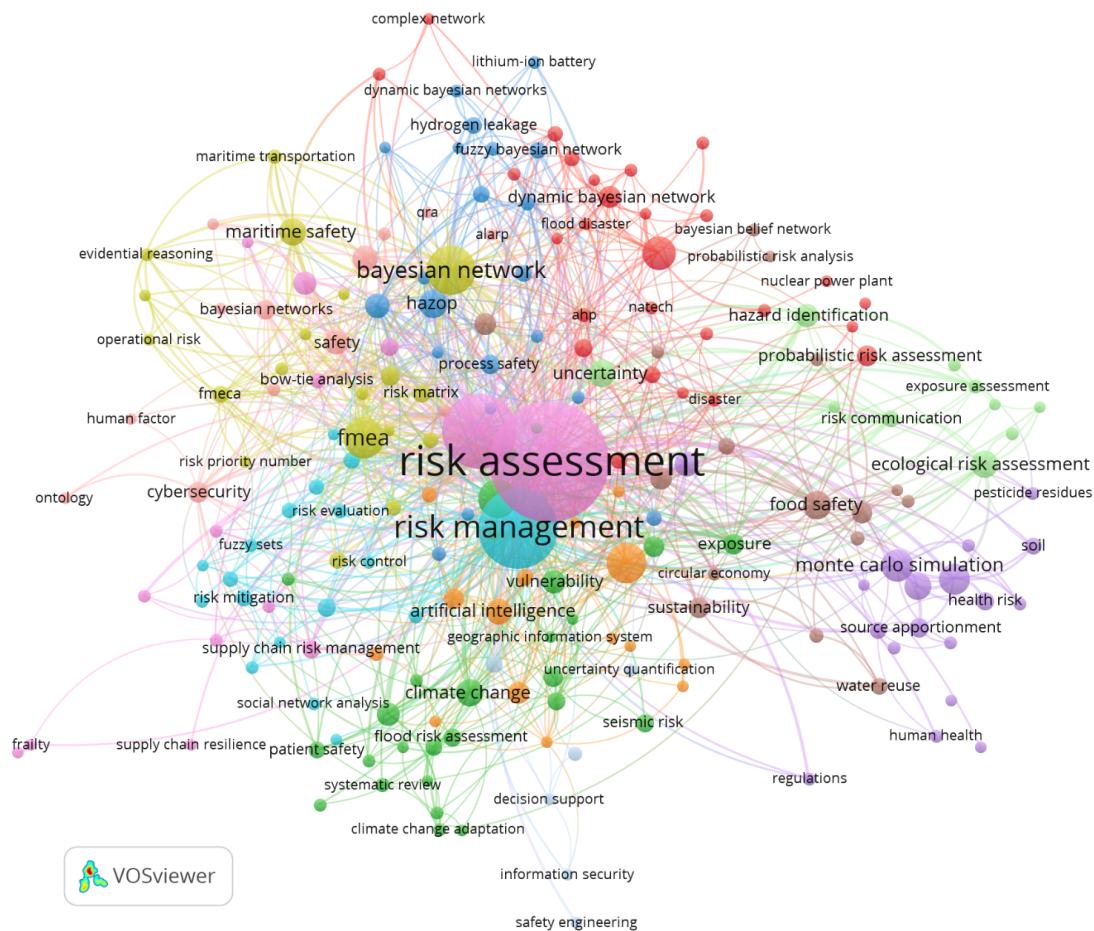
A partir dessas palavras-chave selecionadas, foram gerados mapas de coocorrência, nos quais os nós representam os termos identificados na literatura e as conexões indicam a frequência com que esses termos aparecem conjuntamente nas publicações analisadas. Esses mapas permitem identificar os principais clusters temáticos, bem como as relações entre os conceitos predominantes no campo do gerenciamento de riscos e das metodologias de análise de risco, possibilitando uma análise mais aprofundada da estrutura e das tendências da produção científica recente.

Além da análise de coocorrência, os mapas bibliométricos permitiram identificar áreas de concentração temática, relações interdisciplinares e o surgimento de tópicos emergentes relacionados à gestão preventiva, segurança operacional, confiabilidade de sistemas, tomada de decisão e inovação em metodologias de avaliação de riscos. A interpretação dos clusters foi realizada com base na proximidade entre os termos, intensidade das conexões e frequência de ocorrência das palavras-chave, permitindo compreender como os diferentes métodos de análise de risco vêm sendo aplicados e integrados em distintos setores organizacionais e industriais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura recente sobre metodologias de análise e gerenciamento de riscos tem apresentado expansão significativa em resposta ao aumento da complexidade dos sistemas organizacionais, à intensificação das exigências relacionadas à segurança operacional e à incorporação de tecnologias digitais aos processos de tomada de decisão. Nesse contexto, os mapas de coocorrência permitem identificar não apenas os termos mais recorrentes da literatura científica, mas também a forma como diferentes metodologias, abordagens analíticas e áreas de aplicação se articulam, revelando a estrutura conceitual do campo. Essa configuração é coerente com a compreensão contemporânea de que o gerenciamento de riscos envolve dimensões integradas relacionadas à segurança de processos, modelagem probabilística, sustentabilidade, inteligência artificial, resiliência organizacional e suporte à decisão, deixando de ser compreendido apenas como uma prática operacional isolada e assumindo um papel estratégico em ambientes industriais, tecnológicos e organizacionais complexos (AVEN, 2016; YADAV et al., 2024).

Figura 3: Mapa de Coocorrência Geral no VOSviewer.



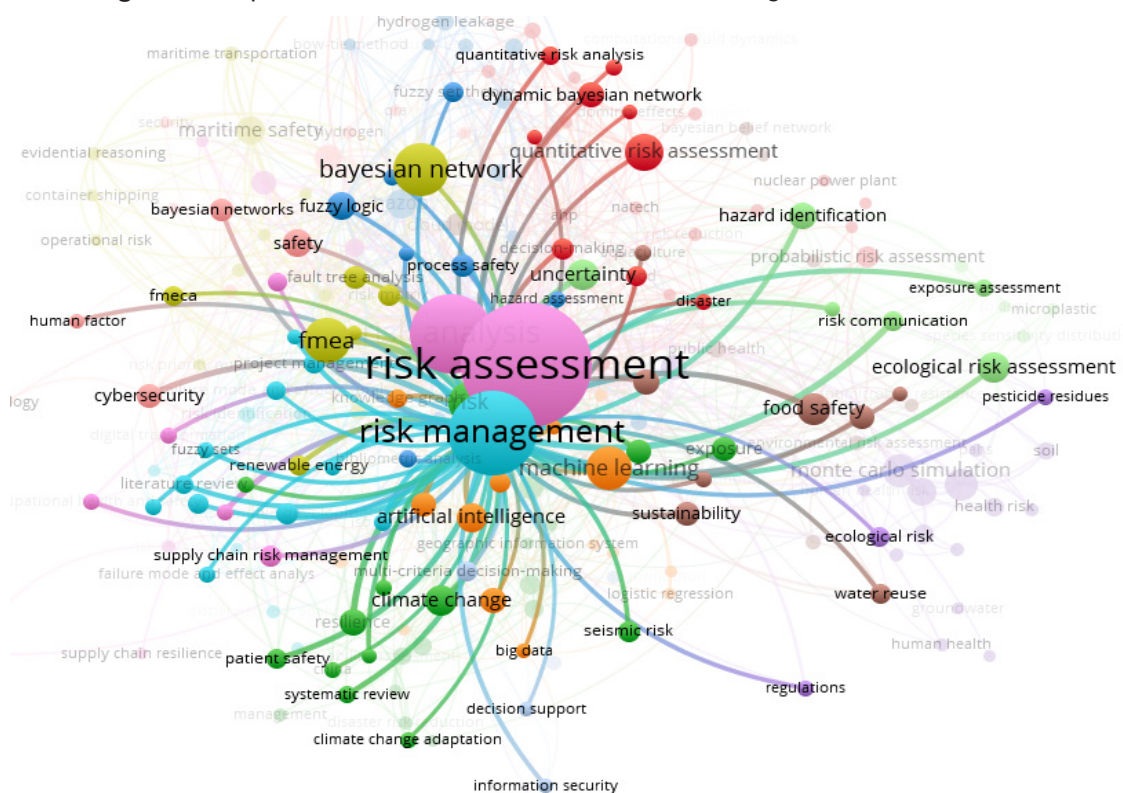
Fonte: Autores (2026).

O mapa de coocorrência geral, de acordo com a Figura 3, evidencia que a literatura científica recente está fortemente estruturada em torno de dois núcleos centrais: *risk assessment* e *risk management*. O maior tamanho desses nós indica elevada frequência de ocorrência, enquanto sua posição central demonstra que esses conceitos atuam como elementos integradores entre diferentes metodologias, setores de aplicação e abordagens analíticas. Esse comportamento já vem sendo observado em estudos que apontam o gerenciamento de riscos como uma prática multidisciplinar voltada não apenas à prevenção de falhas, mas também ao suporte estratégico à tomada de decisão organizacional (HOPKIN, 2018; LEO; SHARMA; MADDULETY, 2019).

Ao redor desse núcleo principal, observam-se termos como *FMEA*, *HAZOP*, *risk matrix*, *bow-tie analysis*, *risk evaluation*, *risk mitigation* e *risk control*, indicando que a literatura contemporânea trata o gerenciamento de riscos como um processo metodológico estruturado, fundamentado na identificação, avaliação, priorização e controle de eventos indesejados. A proximidade entre *FMEA*, *risk priority number* e *risk matrix* reforça a permanência de métodos clássicos de priorização e hierarquização de riscos, especialmente

em ambientes industriais e organizacionais de elevada criticidade operacional. Segundo Khan e Abbasi (1998), metodologias como HAZOP e FMEA permanecem entre as ferramentas mais consolidadas da engenharia de segurança devido à sua capacidade sistemática de identificar falhas e antecipar cenários críticos.

Figura 4: Mapa de Coocorrência Centrado em *risk management* no VOSviewer.



Fonte: Autores (2026).

Um agrupamento relevante do mapa se apresenta quando é centrado no termo risk management (Figura 4), associando-se termos como *Bayesian network*, *dynamic Bayesian network*, *fuzzy Bayesian network*, *uncertainty* e *probabilistic risk assessment*. Esse conjunto evidencia uma tendência crescente da literatura voltada à incorporação de modelos probabilísticos e métodos baseados em incerteza, permitindo análises mais dinâmicas, quantitativas e preditivas. A presença de conceitos como *complex network*, *Bayesian belief network*, *QRA* e *ALARP* reforça a expansão de abordagens capazes de lidar com sistemas complexos e cenários marcados por elevada variabilidade operacional. De acordo com Aven (2016), o avanço das análises probabilísticas representa uma mudança importante na gestão de riscos contemporânea, permitindo integrar incertezas, confiabilidade e suporte à decisão em sistemas de alta complexidade.

Outro eixo importante do mapa está associado à segurança de processos, evidenciado pelos termos *process safety*, *HAZOP*, *hazard identification*, *safety engineering* e *safety*. Esse agrupamento demonstra que as metodologias de análise de risco continuam

fortemente vinculadas à prevenção de acidentes industriais e à identificação sistemática de perigos em processos produtivos. Nesse contexto, o HAZOP se destaca como uma das metodologias mais difundidas na indústria química e de processos, principalmente por sua capacidade de avaliar desvios operacionais e potenciais consequências associadas a falhas em sistemas críticos (CCPS, 2008).

Observa-se ainda um agrupamento expressivo relacionado aos riscos ambientais e à sustentabilidade, representado por termos como *ecological risk assessment*, *exposure assessment*, *food safety*, *pesticide residues*, *soil*, *human health*, *water reuse*, *climate change*, *flood risk assessment*, *climate change adaptation*, *circular economy* e *sustainability*. A presença desses conceitos indica que a gestão de riscos vem ampliando seu escopo para além do ambiente industrial tradicional, incorporando preocupações relacionadas à saúde pública, mudanças climáticas, segurança ambiental e sustentabilidade. Essa tendência converge com estudos recentes que apontam o gerenciamento de riscos como elemento estratégico para adaptação climática, gestão ambiental e desenvolvimento sustentável (IPCC, 2022).

O mapa também evidencia um núcleo emergente associado à transformação digital e à análise computacional, envolvendo termos como *artificial intelligence*, *cybersecurity*, *information security*, *decision support*, *geographic information system*, *social network analysis* e *supply chain risk management*. Embora alguns desses conceitos apareçam em regiões mais periféricas da rede, sua conexão com os núcleos centrais demonstra que tecnologias digitais vêm sendo incorporadas ao gerenciamento de riscos como ferramentas de monitoramento, análise preditiva e suporte à decisão. Segundo Yadav et al. (2024), a aplicação de inteligência artificial e *machine learning* na gestão de riscos tem ampliado significativamente a capacidade de prever falhas, identificar padrões e apoiar decisões em sistemas complexos.

A presença de termos como *Monte Carlo simulation*, *uncertainty quantification* e *seismic risk* revela outro eixo metodológico importante relacionado à modelagem matemática, simulação de cenários e quantificação de incertezas. Esse agrupamento reforça a tendência contemporânea de integração entre abordagens qualitativas e quantitativas, especialmente em contextos nos quais a variabilidade dos dados e a imprevisibilidade dos eventos exigem modelos mais robustos de análise. Conforme apontado por Bedford e Cooke (2001), técnicas de simulação probabilística vêm desempenhando papel fundamental na construção de modelos mais precisos para avaliação de riscos complexos.

De modo geral, os mapas demonstram que a produção científica recente sobre metodologias de análise e gerenciamento de riscos apresenta caráter altamente interdisciplinar. O campo articula métodos clássicos, como FMEA, HAZOP, Bow-Tie e matriz de risco, com abordagens probabilísticas, inteligência artificial, modelagem de incertezas, segurança de processos, riscos ambientais, mudanças climáticas, saúde humana e gestão da cadeia de suprimentos. Assim, observa-se uma transição de uma visão tradicional e

operacional do risco para uma abordagem mais integrada, sistêmica e orientada à tomada de decisão em contextos organizacionais, industriais, ambientais e tecnológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu analisar a produção científica recente relacionada às metodologias de análise e gerenciamento de riscos, evidenciando a crescente expansão e diversificação temática desse campo de pesquisa. A partir da análise bibliométrica realizada na base ScienceDirect e da construção dos mapas de coocorrência no software VOSviewer, foi possível identificar os principais conceitos, metodologias e tendências que estruturam a literatura científica contemporânea sobre gerenciamento de riscos.

Os resultados demonstraram que os termos *risk assessment* e *risk management* constituem os principais núcleos conceituais da área, funcionando como elementos integradores entre diferentes abordagens metodológicas e setores de aplicação. Observou-se também a forte presença de metodologias clássicas, como FMEA, HAZOP, Bow-Tie Analysis e matrizes de risco, evidenciando que essas ferramentas continuam amplamente utilizadas na identificação, avaliação e controle de falhas e perigos em sistemas organizacionais e industriais.

Além disso, o estudo revelou uma tendência crescente de incorporação de abordagens probabilísticas, inteligência artificial, modelagem computacional e métodos baseados em incerteza, demonstrando uma evolução do gerenciamento de riscos para modelos mais dinâmicos, quantitativos e orientados à tomada de decisão. A presença de termos relacionados à sustentabilidade, mudanças climáticas, segurança cibernética, saúde humana e gestão da cadeia de suprimentos reforça o caráter interdisciplinar do campo e evidencia a ampliação das aplicações das metodologias de análise de risco para além do contexto industrial tradicional.

Os mapas bibliométricos também demonstraram a consolidação científica do tema, indicando que a gestão de riscos vem assumindo papel estratégico em processos organizacionais, sistemas complexos e ambientes marcados por elevada variabilidade e incerteza. Nesse sentido, observa-se uma transição progressiva de uma abordagem predominantemente operacional para uma perspectiva mais integrada, sistêmica e preventiva, associada à resiliência organizacional, ao suporte à decisão e à sustentabilidade.

Por fim, destaca-se que a análise bibliométrica se mostrou uma ferramenta relevante para compreender a estrutura e a evolução científica das metodologias de gerenciamento de riscos, permitindo identificar tendências emergentes, relações conceituais e possíveis lacunas para pesquisas futuras. Como perspectivas futuras, recomenda-se o aprofundamento de estudos envolvendo integração entre inteligência artificial, análise probabilística, gestão preventiva e sistemas de suporte à decisão, bem como a ampliação das aplicações das metodologias de análise de risco em contextos ambientais, sociais e tecnológicos cada vez

mais complexos.

REFERÊNCIAS

- AVEN, Terje. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. **European journal of operational research**, v. 253, n. 1, p. 1-13, 2016.
- BEDFORD, Tim; COOKE, Roger. **Probabilistic risk analysis: foundations and methods**. Cambridge University Press, 2001.
- CCPS – CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY. **Guidelines for Hazard Evaluation Procedures**. 3. ed. New York: Wiley, 2008.
- DONTHU, Naveen et al. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 133, p. 285-296, 2021.
- FRANCK, Carolina. Framework for supply chain risk management. In: **Supply Chain Forum: An International Journal**. Taylor & Francis, 2007. p. 2-13.
- HOPKIN, Paul. Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management. **Kogan Page Publishers**, 2018.
- IPCC. Climate Change 2022: **Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- KHAN, Faisal I.; ABBASI, S. A. Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries. **Journal of loss Prevention in the Process Industries**, v. 11, n. 4, p. 261-277, 1998.
- LEO, Martin; SHARMA, Suneel; MADDULETY, Koilakuntla. Machine learning in banking risk management: A literature review. **Risks**, v. 7, n. 1, p. 29, 2019.
- VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.
- YADAV, Pankaj et al. Artificial intelligence in risk management. **Artificial intelligence for risk mitigation in the financial industry**, p. 1-25, 2024.
- ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaž. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational research methods**, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.