



GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO À SEGURANÇA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

198

Danielle Carlos Campos Carvalho Boynard
Yasmin Pereira Gonçalves¹
Henrique Rego Monteiro da Hora²

Resumo

O avanço da pesquisa científica aliada à evolução tecnológica tem incluído diversos softwares e metodologias associadas ao Gerenciamento de Riscos. A inclusão da Segurança de Processo aplicada à confiabilidade na indústria *offshore* oferece desafios na escolha de como categorizar seus perigos de forma a reduzir ao máximo as plataformas à exposição de acidentes. Este trabalho tem o objetivo de trazer uma visão da evolução do gerenciamento de riscos na segurança de processos da indústria de petróleo e gás através de um estudo bibliométrico. Para tal, foi realizado um levantamento na base de conhecimento *Scopus* utilizando as palavras-chave relacionadas ao tema de interesse e os tesouros aplicados às mesmas, após foi utilizado o software R com o auxílio do pacote *Bibliometrix* para análise dos dados. A busca do *Scopus* retornou um total de duzentos e vinte e oito artigos a partir do corte efetuado em março de 2021. As publicações nessa área de pesquisa iniciaram em 1980 e tiveram crescimento a partir dos anos 2000. Os países mais representativos foram Estados Unidos e Noruega, o que resulta em uma associação com a criação de normas mais relevantes e países com grandes acidentes inseridos no cenário *offshore*. Entre os cinco veículos com maior quantidade acumulada de publicações, quatro deles se tratam de Conferências, sendo o OMAE (*International Conference on offshore Mechanics and Arctic Engineering*) o que apresenta maior relevância. Conclui-se com o estudo que o crescimento do gerenciamento de riscos ocorre acompanhado do surgimento de normas relacionadas às investigações de acidentes de cenário crítico em países com maior representatividade na produção de normas e consequentemente nas publicações.

Palavras-chave: Gerenciamento de Riscos; Segurança; Petróleo e Gás.

Risk Management Applied to Process Safety in the Oil and Gas Industry: A Bibliometric Study

Abstract

The advancement of scientific research combined with technological evolution has included several softwares and methodologies associated with Risk Management. The inclusion of Process Safety applied to reliability in the offshore industry offers challenges in choosing how to categorize your hazards in order to reduce as many possible platforms for the exposure of accidents. This work aims to bring a vision of the evolution of risk management in the safety of processes in the oil and gas industry through a bibliometric study. Method - For this, a survey was carried out on the Scopus knowledge base using the keywords related to the topic of interest and the thesaurus published at the conferences, after which the

¹ Graduada em Engenharia de Produção na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

² Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense, doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense. Professor do Instituto Federal Fluminense, atuando no Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.



R software was used with the aid of the Bibliometrix package for data analysis. The search for Scopus returned a total of two hundred and twenty-eight articles from the cut made in March 2021. Publications in this area of research started in 1980 and grew since the 2000s. According to the analysis, the most representative countries were the United States and Norway, which results in an association with the creation of relevant standards and countries with major accidents inserted in the offshore scenery. Among the five vehicles with the largest accumulated number of publications, four of them are conferences, with the OMAE (International Conference on offshore Mechanics and Arctic Engineering) having the largest company. The study concludes that the growth in risk management occurs accompanied by the emergence of standards related to investigations of high risk scenarios in countries with greater representativeness in the production of standards and, consequently, in publications.

199

Palavras-chave: Risk Management; Safety; Oil and Gas.

1 Introdução

Com a evolução dos processos envolvidos na indústria petrolífera e o aumento do número de incidentes ou acidentes gerados na mesma, tornou-se crescente a preocupação em investigar formas de minimizar, ou eliminar, os possíveis agentes causadores destes eventos. O gerenciamento de riscos por meio do controle da segurança de processo tornou-se um objetivo para trazer confiabilidade e mitigar falhas. Entretanto, o avanço tecnológico necessário na segurança de processo apresenta-se como um problema para o gerenciamento de riscos de forma ágil.

Conforme norma ISO 31000, os riscos são definidos como os efeitos da incerteza gerada pela influência de fatores internos e externos sobre os objetivos de uma organização (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). O gerenciamento de riscos teve sua concepção por meio do sistema de segurança da indústria aeroespacial nos Estados Unidos na década de 1940, iniciando com o uso de análises dos sistemas buscando identificar riscos operacionais e propor medidas de controle a serem aplicadas antes dos eventos indesejados (IORDACHE; ZAHARIA; PIETREANU, 2021).

A complexidade dos sistemas de engenharia somados ao aumento da relevância da segurança têm estimulado o desenvolvimento de novas técnicas de análise de risco. Para modelagem de cenário relevante, é necessário um grande histórico de dados e a aquisição de métodos flexíveis e econômicos é alvo de debate pelo fato da modelagem de cenários de análises exigir cada vez mais precisão e abrangência (YANG; WANG, 2015).



O método probabilístico amplamente utilizado apresenta dificuldade quando se volta para os erros humanos levando em consideração que o comportamento humano é menos compreensível que o desempenho de equipamentos mecânicos, porém se tratando da aplicação de probabilidade, a subjetividade é descrita como inevitável (PATE-CORNELL, 1990).

A proposta deste trabalho é analisar o crescimento do gerenciamento de riscos, no conceito de segurança de processo, através de um estudo bibliométrico envolvendo termos relacionados à confiabilidade no setor *offshore*, visto que o tema foi explorado, porém não houve uma análise dos aspectos mais relevantes que oriente novos pesquisadores sobre o estudo dessa temática.

Este trabalho objetiva trazer abordagens mais importantes e temas apresentados durante a evolução do gerenciamento de riscos através de uma revisão bibliométrica identificando autores, palavras-chave, quantidade de artigos, crescimento de veículos, países com maior representatividade no tema, artigos mais citados e uma linha cronológica de produção do tema.

2. Metodologia

Classificação da pesquisa

A pesquisa pode ser classificada como aplicada tendo em vista sua natureza, uma vez que o estudo tem o interesse de gerar conhecimento para aplicações práticas de suporte a pesquisas futuras no que tange o gerenciamento de risco de segurança no setor de óleo e gás.

De acordo com Silva e Menezes (2005), tudo pode ser quantificável, ou seja, traduzir opiniões e informações em números, tornando-se possível sua análise e classificação, logo, do ponto de vista da abordagem, esse trabalho se enquadra como quantitativo, pois utiliza ferramentas estatísticas para mensurar os dados.

Levando em consideração o objetivo, podemos classificá-lo como uma pesquisa exploratória, visto que tem o intuito de produzir informações sobre o tema abordado através de um levantamento bibliográfico e análise dos dados.

E por fim, quanto aos procedimentos técnicos será uma pesquisa bibliográfica, por ser elaborada a partir de materiais já publicados constituído de livros, artigos de



veículos e material disponibilizado na Internet (SILVA; MENEZES, 2005).

Variáveis de interesse

Segundo Lakatos e Marconi (2003), uma variável pode ser considerada como uma classificação ou medida, isto é, um conceito operacional que apresenta valores, passível de mensuração.

Para este estudo estabelecemos o seguinte grupo: autor e ano de publicação, formado pelos autores e anos das citações analisadas; veículos, que pode assumir o valor de artigo de periódico, livro, trabalho apresentado em congresso, conferência, ou em último caso, não identificada, quando a citação não se incluir nas categorias anteriores; país, podendo ser qualquer lugar do globo terrestre; e palavras-chaves, termos extraídos dos títulos e resumos mais utilizados pelos autores dos documentos analisados.

Coleta de dados

Para o levantamento de dados da amostra foi utilizada a base de conhecimento Scopus, por ser um dos principais bancos de dados de resumos e citações da literatura acadêmica revisada por pares e oferecer um panorama abrangente da produção de pesquisas do mundo nas diversas áreas do saber. Abrange cerca de 77 milhões de documentos, 16 milhões de autores e aproximadamente 70 mil perfis de instituições, além disso disponibiliza ferramentas inteligentes para monitorar, analisar e visualizar pesquisas (ELSEVIER, 2020).

As palavras-chaves escolhidas para efetuar a pesquisa na segunda etapa foram: Gerenciamento de Riscos (*risk management*), Segurança (*safety*), Confiabilidade (*reliability*), Óleo e Gás (*oil and gas*). Na sequência foram definidos os tesouros e outros termos relacionados às palavras-chaves, conforme quadro 2.

Quadro 2: Palavras-chaves e tesouros utilizados na estratégia de busca.

Tipo	Gerenciamento de riscos de segurança através da confiabilidade no setor de Óleo e Gás			
Conceito	A	B	C	D
Palavras-	Gerenciamento de	Seguran	Confiabilidad	Óleo e Gás

chave	Riscos	ça	e	
Inglês	Risk management	Safety	Reliability	Oil and Gas
Tesauros	Risk administration	Hazard	Liability	Petroleum
	Risk evaluation	Accident	Accuracy	Offshore
	Risk assessment	Danger		Hydrocarbon
	Risk analysis			
	Uncertain management			
	Uncertain administration			
	Uncertain evaluation			
	Uncertain assessment			
	Uncertain analysis			

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A partir da definição das palavras-chave, tesauros e levando em conta a consolidação da estratégia de busca, o próximo passo foi realizar a procura na base de dados do Scopus, conforme quadro 3. Quanto ao corte temporal, a pesquisa foi realizada em abril de 2021, para tanto foram considerados os trabalhos publicados até março de 2021. Os trabalhos encontrados a partir desta data foram excluídos.

Quadro 3: Estratégia de busca utilizada na base Scopus.

(TITLE
 ("risk manage*" **OR** "risk administrat*" **OR** "uncertai* managem*"
OR "uncert* administrat*" **OR** "risk evaluat*" **OR** "risk
 assessment" #Tesauros de A
OR "uncert* assessment" **OR** "uncert* evaluat*" **OR** "risk analysis"
OR "uncert* analysis")
AND TITLE-ABS KEY

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Procedimentos Técnicos

Após a definição da amostra e de posse dos resultados da estratégia de busca o



passo seguinte foi tratar os dados coletados, para tanto foi utilizada a ferramenta *Bibliometrix*. Segundo Aria e Cuccurullo (2017) é um recurso *open-source* para pesquisa quantitativa em cienciometria e bibliometria que inclui todos os principais métodos bibliométricos de análise. A ferramenta é um pacote do software estatístico R e para facilitar sua execução utilizamos o aplicativo *Biblioshiny* que fornece uma interface da web e apoia na utilização fácil dos principais recursos do *Bibliometrix*.

Para importar os dados para o *Bibliometrix*, precisamos anteriormente exportar da base Scopus no formato (“. bib”), para que fosse possível executá-lo no aplicativo e extrair as informações necessárias. Após a importação dos dados fizemos as análises nas seguintes etapas segundo Costa (2010):

- 1 Levantamento da produção científica da área;
- 2 Identificação dos Veículos com maior número de artigos publicados;
- 3 Identificação dos autores mais relevantes na área;
- 4 Análise de palavras-chave mais representativas;
- 5 Seleção de trabalhos para compor “núcleo de partida”.

Primeiramente buscamos investigar sobre a produção científica na área estudada, o levantamento cronológico das publicações, bem como os países mais representativos. Posteriormente, identificamos os veículos, autores e termos mais relevantes. E por fim, foi feita a seleção de publicações, “núcleo de pesquisa”, que servirão de base para pesquisas mais aprofundadas na área, formada pelos artigos pioneiros entre os mais atuais e os mais relevantes, cuja importância será representada pelo número de citações.

3 Resultados e Discussões

A busca pelos tesouros dos conceitos definidos na metodologia resultou em 228 trabalhos e 625 autores. Esta seção apresenta os resultados organizados em três partes: produção científica; Veículos, autores e palavras-chaves mais relevantes; núcleo de pesquisa.

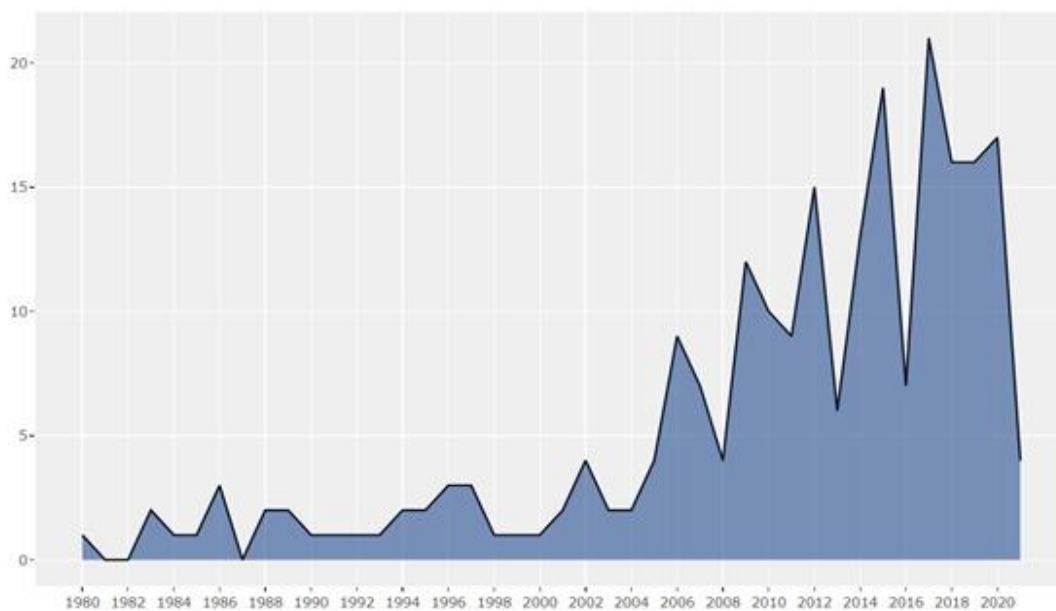
Produção científica

A primeira análise realizada foi sobre o levantamento da produção científica da área estuda por meio da cronologia das publicações. Essa investigação se faz



necessária, pois determina quando o tema começou aparecer em pesquisas científicas e sua evolução no decorrer do tempo. Essa informação ampara os pesquisadores a entender quais temáticas já foram muito abordadas e aquelas que ainda precisam ser melhor estudadas. A cronologia das 228 publicações sobre o tema é apresentada na Figura 1.

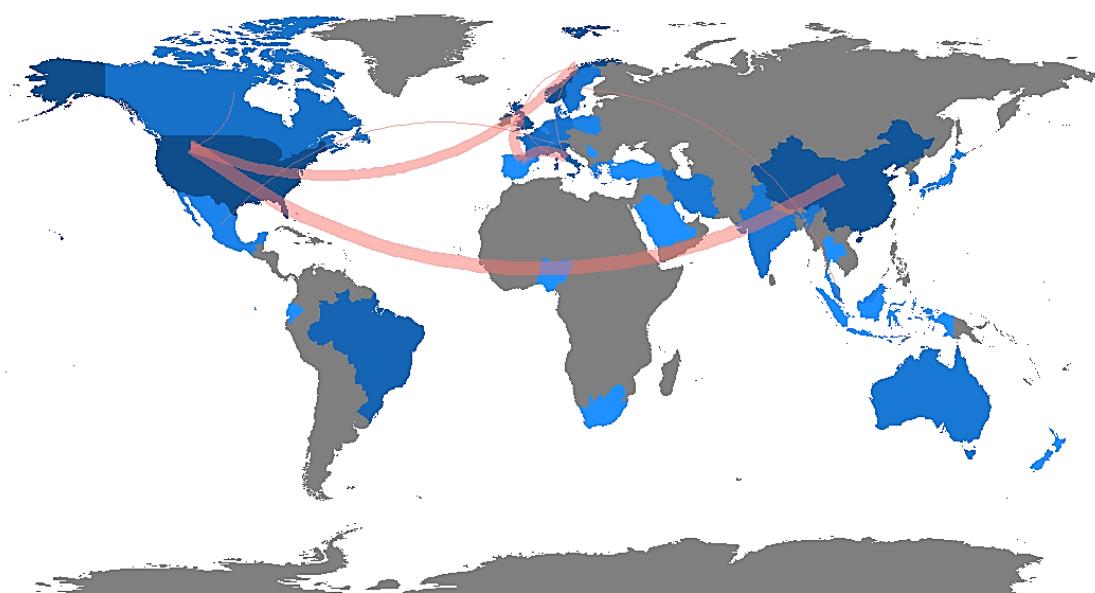
Figura 1: Série histórica das publicações científicas.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Outro elemento analisado foi a participação dos países na produção científica do assunto abordado. A figura 2 apresenta em tons de azul mais escuro os países com maior representatividade nas publicações, e as linhas representam a colaboração entre os países, quanto mais espessa a linha, maior é o número de publicações em conjunto.

Figura 2: Mapa de participação e colaboração dos países.





Fonte: Elaborada pelos autores através da ferramenta *Bibliometrix* (2021).

Os países que mais produziram pesquisa nessa área são Estados Unidos com 49 documentos, Noruega com 36, seguido da China com 30, Reino Unido com 26, Itália com 13 e o Brasil com 12. A colaboração acontece de forma mais assídua entre Estados Unidos e China, Itália e França, Reino Unido e França, assim como Estados Unidos e Noruega. O Brasil, embora esteja entre os que mais produzem, não apresenta muita colaboração com os outros países, o que pode ser explicado pelo início de uma nova legislação permitindo parceria com empresas interessadas na abertura do setor a partir de 1997 (LUCCHESI, 1998).

Nos Estados Unidos, principalmente no Golfo do México, pode-se atribuir o avanço dos estudos a partir do início da exploração em águas profundas, porém relacionados à preocupação ambiental com o derramamento de óleo ao mar. O *Wall Street Journal* revisou dados das perdas de controle de poços ou derramamentos nos países com indústrias de petróleo e gás e sistemas regulatórios modernos. Entre os países estão: Estados Unidos, Grã-Bretanha, Noruega e Austrália. O quinto país a ser analisado seria o Brasil, mas se recusou a fornecer seus dados (SUTTON, 2014a).

Conforme Baram (2013), as atividades de perfuração dos Estados Unidos sujeitas à própria jurisdição passaram décadas sofrendo acidentes menores e sem grandes danos aos trabalhadores, no entanto acidentes graves ocorreram durante jurisdição de outros países como Reino Unido e Noruega. Existem sugestões que o acidente *Piper Alpha* em 1988, ocorrido no Mar do Norte, possa ter dado início ao desenvolvimento de sistemas formais de gestão de segurança com uma abordagem nova e completa para a segurança do processo (SUTTON, 2014a).

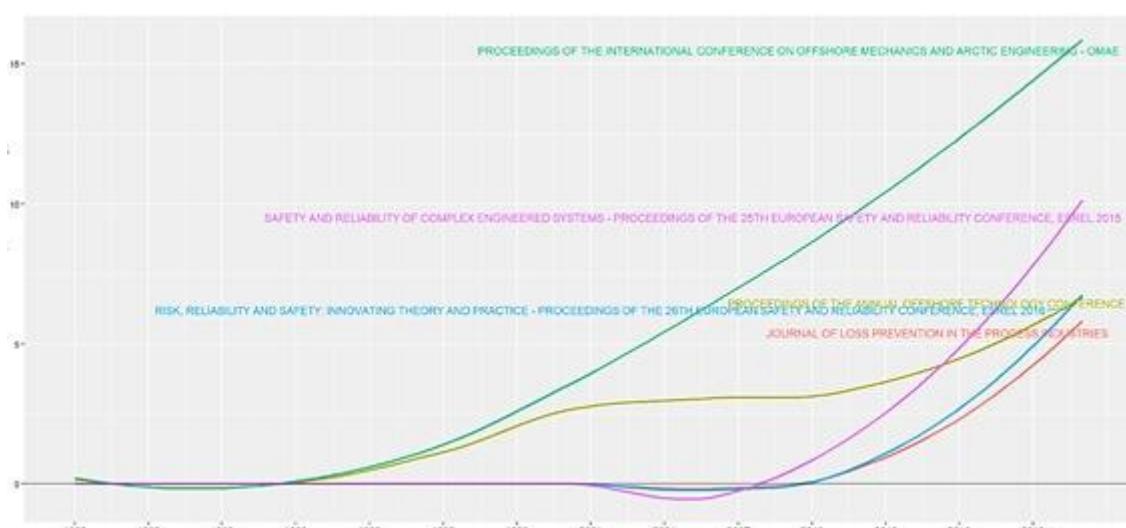
Entre os acidentes que ocorreram após os anos 2000, o *Deepwater Horizon*, no Golfo do México, teve destaque e obteve como consequências a criação de agências regulatórias, como o *Bureau of Ocean Energy Management (BOEM)* e o *Bureau of Safety Environmental Enforcement (BSEE)*, que produziram normas e diretrizes para responsabilidade ambiental (BARAM, 2013).

Veículos, autores e palavras-chaves mais relevantes

Foram encontrados 139 veículos com ao menos uma publicação sobre a temática abordada, contudo, com a finalidade de selecionar os mais representativos,

apresentamos na figura 3 apenas os cinco com maior número acumulado de publicações.

Figura 3: Veículos mais relevantes

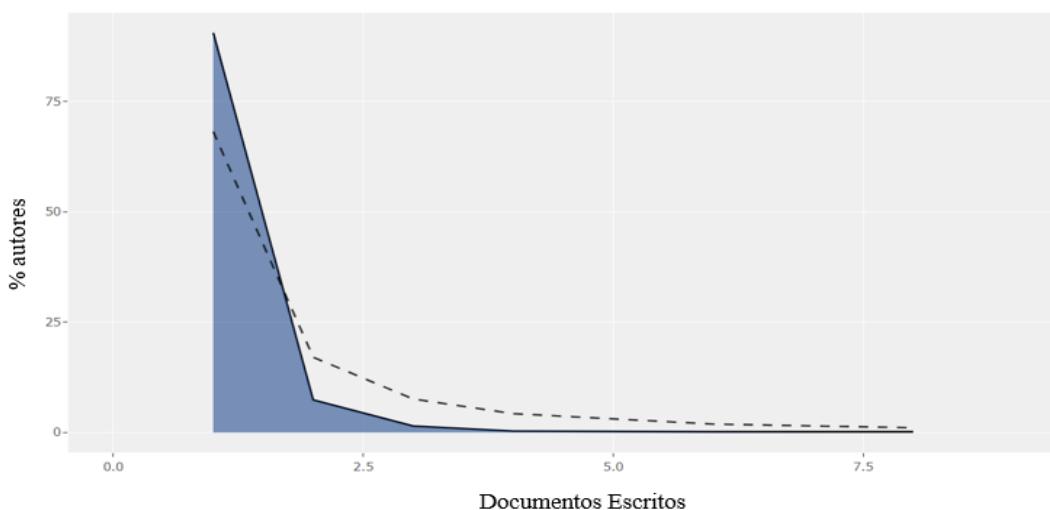


Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A *Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering* tem como destaque temas voltados para tecnologia de materiais e métodos, segurança, confiabilidade entre outros, direcionados para a área *offshore* (OMAE, 2021). Patrocinada pela *The American Society of Mechanical Engineers* (ASME), que organiza entre 25 a 30 conferências de pesquisas anuais voltadas para áreas de interesse de engenheiros mecânicos e afins (ASME, 2021).

Na etapa seguinte buscamos identificar os autores relevantes. O *Bibliometrix* nos disponibiliza um gráfico que apresenta a Lei de *Lotka*, uma das três leis fundamentais da bibliometria que mede a produtividade dos autores de uma determinada área indicada na figura 4.

Figura 4: Lei de *Lotka*



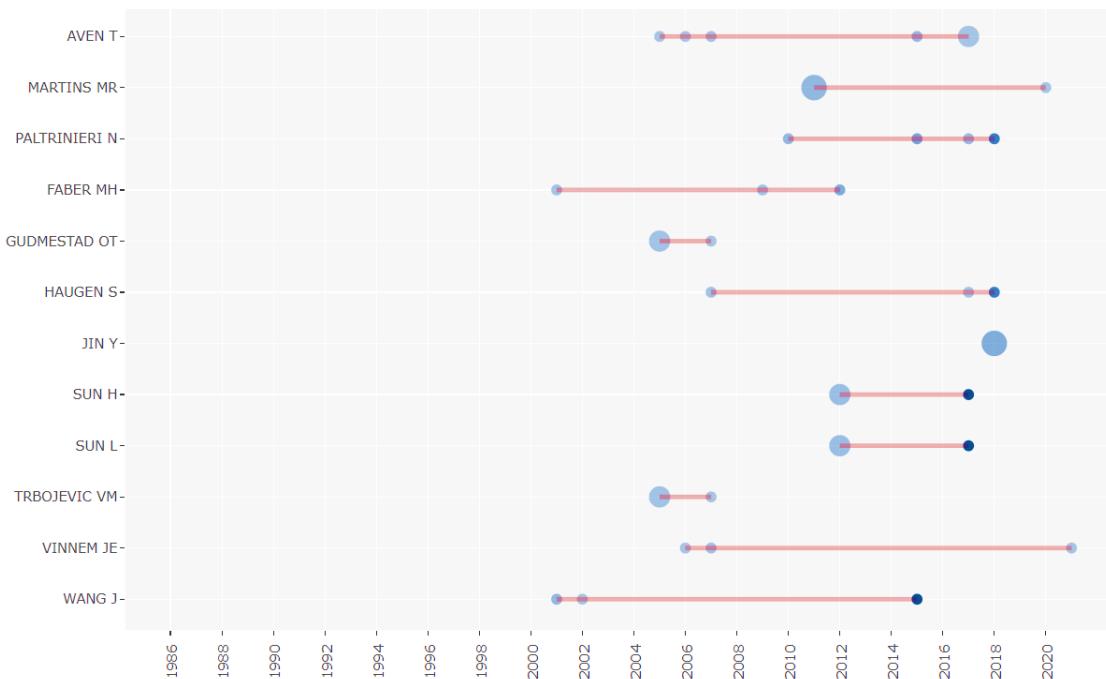


Fonte: Elaborada pelos autores através da ferramenta *Bibliometrix* (2021).

Foi possível verificar uma baixa produtividade dos autores, apenas 12 dos 625 publicaram três artigos ou mais sobre o tema desde o período analisado, isso corresponde a 19% dos trabalhos. Na figura 5, buscamos apurar melhor a produção desses autores durante os anos em relação ao número de artigos e frequência de citações.

207

Figura 5: Autores mais relevantes e suas produções



Fonte: Elaborada pelos autores através da ferramenta *Bibliometrix* (2021).

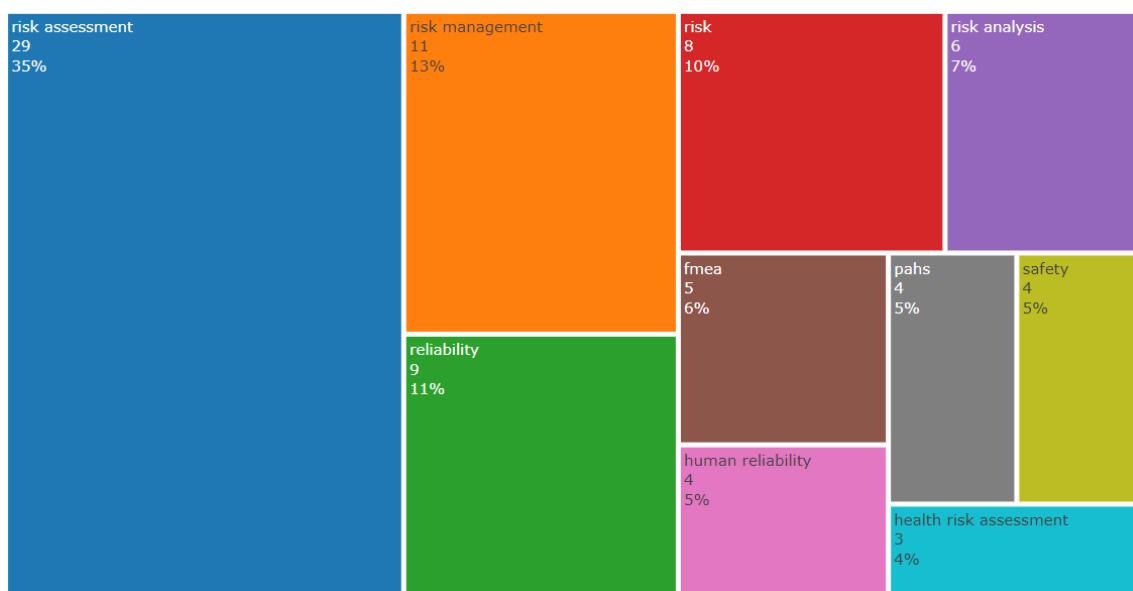
Todos os autores mais relevantes começaram suas publicações na área a partir do ano 2000, Terje Aven, autor com maior número de artigos, tem sua primeira publicação nessa temática a partir de 2005, dentre as seis, duas ocorreram em 2016, porém nenhuma com alta frequência de citações. Os autores Hai Sun, Liping Sun e Jin Wang, embora apenas com três artigos cada, foram os que tiveram maior representatividade na frequência de citações, foram 9 por ano, representado pelo azul mais escuro na figura. Nicola Paltrinieri e Stein Haugen veicularam, respectivamente, quatro e três artigos, a publicação de 2018 de ambos tiveram uma frequência de 5.5 citações.

Na sequência foi investigado quais foram as palavras-chaves mais utilizadas



pelos autores. Na Figura 6 selecionamos as 10 mais frequentes e dentre elas as que mais se destacaram foram *risk assessment* com 35% da representatividade, seguida de *risk management* com 13% e *reliability* 11%. A sigla FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) aparece entre as dez por ser um método bastante difundido para identificar falhas dentro dos processos tanto na operação quanto na manutenção. E PAHs que significa hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, também é encontrado como uma terminologia importante por conta do petróleo o conter.

Figura 6: Mapa de palavras.



Fonte: Elaborada pelos autores através da ferramenta *Bibliometrix* (2021).

Núcleo de pesquisa

O núcleo de partida para pesquisa bibliográfica foi retirado do total das 228 publicações, sendo constituído por 4 publicações antigas, 9 recentes e 5 mais relevantes. O quadro 4 apresenta os títulos e demais informações pertinentes dos principais artigos.

Quadro 4: Núcleo de pesquisa

Tipo	Título	Informação
Publicações mais antigas	<u>USE OF RISK ANALYSIS TO EVALUATE THE SEA WORTHINESS OF OFFSHORE STRUCTURES</u>	Publicado em 1980
	<u>RISK ASSESSMENT OF OFFSHORE PIPELINES AND RISERS</u>	Publicado em 1983
	<u>RISK ANALYSIS OF A PETROLEUM REFINERY</u>	Publicado em

		1984
	<u>ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF INDUSTRIAL FACILITIES: TECHNIQUES, REGULATORY INITIATIVES AND INSURANCE</u>	Publicado em 1986
Publicações mais atuais	<u>TEMPORAL DECISION-MAKING FACTORS IN RISK ANALYSES OF DYNAMIC POSITIONING OPERATIONS</u>	Publicado em 2021
	<u>FIELD DATA ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT OF GAS KICK DURING INDUSTRIAL DEEPWATER DRILLING PROCESS BASED ON SUPERVISED LEARNING ALGORITHM</u>	Publicado em 2021
	<u>QUANTITATIVE RISK ANALYSIS OF OFFSHORE WELL BLOWOUT USING BAYESIAN NETWORK</u>	Publicado em 2021
	<u>RISK ASSESSMENT AND RELIABILITY ANALYSIS OF SUBSEA PRODUCTION SYSTEMS</u>	Publicado em 2020
	<u>RISK MANAGEMENT OF OIL AND GAS TRANSPORTATION FACILITIES BASED ON RELIABILITY INDICATORS MONITORING</u>	Publicado em 2020
	<u>ENTERPRISE RISK MANAGEMENT DETERMINANTS AND OPERATIONAL EXCELLENCE: A STRUCTURAL MODELLING APPROACH</u>	Publicado em 2020
	<u>BAYESIAN AGGREGATION METHODS OF EXPERT JUDGEMENT TO INCORPORATE HUMAN ERROR PROBABILITIES FOR OFFSHORE DECOMMISSIONING RISK ASSESSMENT</u>	Publicado em 2020
	<u>DEVELOPMENT OF ACCIDENTAL SCENARIOS INVOLVING HUMAN ERRORS FOR RISK ASSESSMENT IN RESTRICTED WATERS</u>	Publicado em 2020
	<u>PREVENTING OPERATIONAL PROBLEMS AND SIGNIFICANT REDUCTION ON DRILLING DAYS UTILIZING PROACTIVE RISK ASSESSMENT STRATEGY</u>	Publicado em 2020
	<u>USE OF FUZZY RISK ASSESSMENT IN FMEA OF OFFSHORE ENGINEERING SYSTEMS</u>	63 citações
Publicações mais relevantes	<u>HUMAN ERROR RISK ANALYSIS IN OFFSHORE EMERGENCIES</u>	54 citações
	<u>A REVIEW OF RELIABILITY-BASED METHODS FOR RISK ANALYSIS AND THEIR APPLICATION IN THE OFFSHORE WIND INDUSTRY</u>	46 citações
	<u>DESIGNING RISK-MANAGEMENT STRATEGIES FOR CRITICAL ENGINEERING SYSTEMS</u>	35 citações
	<u>HUMAN RELIABILITY ANALYSIS IN MAJOR ACCIDENT RISK ANALYSES IN THE NORWEGIAN PETROLEUM INDUSTRY</u>	28 citações

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

O artigo mais antigo publicado em 1980 tem como tema a análise da fadiga em estruturas *offshore*. A Noruega foi marcada pelo desastre da plataforma *Alexander L. Kielland*, em 1980, que conforme investigação foi causada por colapso estrutural, narrado como o pior desastre em águas norueguesas desde a Segunda Guerra. A consequência desse desastre foi o desenvolvimento de uma estrutura clara, a partir da norma *Offshore Installation Manager* (OIM), com a finalidade de ordenar abandono em



caso de emergência (SUTTON, 2014b).

Dentre as palavras mais encontradas foi percebido o *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), que é uma ferramenta de gerenciamento de riscos que busca mitigar falhas nas atividades industriais. A metodologia tem sido estudada e inúmeras sugestões para melhoria de desempenho têm surgido desde o início da divulgação da técnica (LIU; LIU; LIU, 2013).

As pesquisas mais recentes apontam que existe um crescimento nas diretrizes de confiabilidade humana na avaliação de risco com uma evolução de pesquisas sugerindo a utilização da combinação de métodos qualitativos e quantitativos por meio de métodos Bayesianos atribuindo valores probabilísticos aos erros que podem ser ocasionados por fator humano (FAM et al., 2019).

4 Considerações Finais

Este trabalho buscou identificar o processo evolutivo do gerenciamento de riscos na indústria *offshore* com o auxílio da base de conhecimento do *Scopus*. Mediante aos resultados retornados pela busca foi possível identificar países que possuem forte exploração do tema, veículos relevantes na área, autores que são respeitados e palavras-chave mais utilizadas. Foi possível evidenciar que os países que tiveram em seu histórico grandes acidentes foram os precursores na elaboração de legislação vigente. Com estas colocações pode-se afirmar que o objetivo deste trabalho foi bem-sucedido.

As duas potências dominantes na área *offshore*, o Mar do Norte e o Golfo do México, na época do acidente de *Piper Alpha*, realizaram grandes progressos em relação aos seus casos de segurança a partir da emissão do Relatório *Cullen* (SUTTON, 2014b). O relatório foi emitido em 1990, o que conforme resultados pode se refletir na evolução dos estudos relacionados à área a partir dos anos 2000 liderados pelos Estados Unidos e Noruega.

O fato da evolução a partir dos anos 2000 com a liderança desses países também pode ser justificada pela exploração em águas profundas. No período da década de 1990, as operações exploratórias nesse meio avançaram, houve empreendimentos nos Estados Unidos pela plataforma continental externa, no Mar do



Norte nas costas do Reino Unido e Noruega, o sudoeste do Pacífico, no Atlântico Sul, nas costas da África e do Brasil e no Golfo Pérsico. Existem indicações que as atividades em águas profundas apresentavam problemas técnicos que foram ignorados. Entre os acidentes que sucederam após esses anos, o *Deepwater Horizon* obteve consequências como a criação de agências regulatórias, o *Bureau of Ocean Energy Management (BOEM)* e o *Bureau of Safety Environmental Enforcement (BSEE)*, que originaram novas diretrizes e regulamentações para segurança e fiscalização ambiental (BARAM, 2013).

Entre os veículos mais relevantes foi trazido o *Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, patrocinado pela *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, o que justifica a posição dos Estados Unidos como país mais representativo.

A interação entre países revela que o Brasil não possui colaboração com outros países, o que pode ser atribuído ao fato de ter aberto mercado ao capital estrangeiro após 1997.

O levantamento cronológico mostra que o tema tem tido maior relevância nos últimos anos e que as técnicas a serem exploradas são as técnicas que refutam o erro humano por meio de análises quantitativas conforme listado no quadro observando os artigos mais citados e relevantes.

Em trabalhos futuros podem ser associadas outras palavras-chave com o objetivo de retornar as técnicas que foram sendo utilizadas durante o processo de evolução do tema, uma vez que o trabalho retornou dados mais relacionados ao contexto histórico e à introdução da segurança de processo no gerenciamento de riscos.



Referencias

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 1 nov. 2017.

212

ASME. Disponível em:

<<https://asmedigitalcollection.asme.org/proceedings/pages/about>>. Acesso em: 8 maio. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 3100 : Gestão de riscos princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro: [s.n.].

BARAM, M. The U.S. Regulatory Regime for Preventing Major Accidents in Offshore Operations. In: LINDOE, P.; BARAM, M.; RENN, O. (Eds.). **Risk Governance of Offshore Oil and Gas Operations**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 154–187.

COSTA, H. G. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Revista da FAE**, v. 13, n. 1, p. 115–126, 2010.

ELSEVIER. **Content - How Scopus Works - Scopus - | Elsevier solutions**. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>>. Acesso em: 18 maio. 2021.

FAM, M. L. et al. **Bayesian Aggregation methods of expert Judgement to Incorporate Human error Probabilities for offshore Decommissioning risk Assessment**. Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL). **Anais...** In: **PROCEEDINGS OF THE 29TH EUROPEAN SAFETY AND RELIABILITY CONFERENCE (ESREL)**. Research Publishing Services, 2019 Disponível em: <<http://rpsonline.com.sg/proceedings/9789811127243/html/0159.xml>>. Acesso em: 12 maio. 2021

IORDACHE, V. M.; ZAHARIA, S. E.; PIETREANU, C. V. Risk Management and Organizational Considerations for Enhancing Safety State Given the Continuous Technological Development Processes. **INCAS BULLETIN**, v. 13, n. 1, p. 257–262, 5 mar. 2021.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LIU, H.-C.; LIU, L.; LIU, N. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 2, p. 828–838, fev. 2013.



LUCCHESI, C. F. Petróleo. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 17–40, ago. 1998.

OMAE. Disponível em: <<https://asmedigitalcollection.asme.org/OMAE>>. Acesso em: 8 maio. 2021.

213

PATE-CORNELL, M. E. Organizational Aspects of Engineering System Safety: The Case of Offshore Platforms. **Science**, v. 250, n. 4985, p. 1210–1217, 30 nov. 1990.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SUTTON, I. Major Offshore Events. In: **Offshore Safety Management**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2014a. p. 51–97.

SUTTON, I. Regulations and Standards. In: **Offshore Safety Management**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2014b. p. 107–138.

YANG, Z.; WANG, J. Use of fuzzy risk assessment in FMEA of offshore engineering systems. **Ocean Engineering**, v. 95, p. 195–204, 1 fev. 2015.