

Revisão sistemática da literatura sobre aplicação da lógica FMEA-FUZZY em segurança e saúde no trabalho

Grasielly Bruna Vincenzi Rockenbach, Evandro André Konopatzki, Camila Stefanello, Carine Cristiane Machado Urbim Pasa, Leandro Antonio Pasa

Resumo: O estudo teve como objetivo conhecer o cenário de publicações através de uma pesquisa bibliométrica de artigos científicos sobre os temas FMEA, FUZZY e saúde e segurança do trabalho. Os artigos foram pesquisados no Portal de Periódicos CAPES/MEC, entre 2000 e 2019. Após os critérios de inclusão e exclusão, 27 artigos foram analisados. Observou-se que as investigações sobre os temas cresceram nos últimos anos, porém, ainda são limitados e insuficientes frente as demandas dos profissionais da área. Assim, ressalta-se a importância de produções futuras com a integração dos temas, de forma a criar uma metodologia mais assertiva na identificação, análise e mitigação de riscos relacionados a saúde e segurança do trabalho.

Palavras chave: FMEA, FUZZY, Saúde e segurança do trabalho.

Systematic literature review on the application of FMEA-FUZZY logic in occupational safety and health

Abstract: The objective of this study was to know the publications scenario through a bibliometric research of scientific articles on the themes FMEA, FUZZY and occupational health and safety. The articles were searched at the CAPES / MEC Journal Portal between 2000 and 2019. After the inclusion and exclusion records, 27 articles were analyzed. Note that investigations on the growing issues in recent years, however, are still limited and insufficient in face of the demands of professionals in the area. Thus, highlight the importance of future productions with the integration of themes, in order to create a more assertive methodology for identification, analysis and mitigation of risks related to health and safety at work.

Key-words: FMEA, FUZZY, Health and safety at work.

1. Introdução

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) tem por objetivo regulamentar as relações individuais e coletivas do trabalho, e assim, garantir o bem estar físico, mental e social do trabalhador. Ainda, o alto desempenho em Segurança e Saúde no Trabalho (SST) constitui um grande diferencial competitivo para as organizações.

Ao levar em consideração que os acidentes e doenças profissionais representam prejuízos diretos e significativos às organizações, impactando diretamente na ausência de trabalhadores qualificados nos postos de trabalho, e assim, implicando na produtividade, a gestão de riscos e falhas tem papel fundamental para garantir a eficiência e qualidade de integração dos sistemas das organizações.

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 5462, FMEA é um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada

subitem, e a determinação dos efeitos de cada modo de pane sobre os outros subitens e sobre a função requerida do item (ABNT, 1994).

O FMEA possui três funções distintas. Como ferramenta, o FMEA é uma das técnicas mais eficientes considerando o baixo risco para prevenção de problemas e identificação das soluções. Como procedimento, o FMEA proporciona uma abordagem estruturada para avaliação, monitoramento e atualização do desenvolvimento de projetos e processos em todas as dimensões da organização. Como um diário, o FMEA se inicia na concepção do projeto, processo ou serviço e segue através de toda a vida útil do produto (PALADY, 2007). A metodologia utiliza os critérios de severidade, ocorrência e detecção para priorização na tomada de ações para eliminação ou minimização de falhas.

Carpinetti (2012) define severidade como a gravidade para o cliente do efeito da falha gerada. Geralmente a avaliação de severidade é medida em uma escala de 1 a 10, onde o número 1 indica que o efeito não é percebido pelo cliente, e 10 considera os piores efeitos resultantes do modo de falha, como ameaça a vida, incapacidade permanente ou outros custos que comprometam o andamento das atividades da organização.

Helman e Andery (1995) conceituam ocorrência como a estimativa das probabilidades combinadas de ocorrência de uma causa de falha, geralmente, atribui-se nota em uma escala de 1 a 10. Para Lange, Leggett & Backer (2002):

A probabilidade de ocorrência tem um significado relativo mais importante que apenas um valor absoluto. A única forma de reduzir efetivamente o índice de ocorrência é prevenindo ou controlando as causas/mecanismos do modo de falha, através de uma alteração no projeto ou no processo.

A detecção expressa a chance do controle atual para detecção das falhas em detectar a falha antes que ela ocorra. Esse parâmetro também varia numa escala de 1 a 10. Assim, quanto maior a chance de detecção, menor a nota atribuída (CARPINETTI, 2012).

Após atribuir índices de severidade, ocorrência e detecção, calcula-se o Número de Prioridade de Risco (RPN), esse número é o produto entre os três parâmetros: o valor atribuído à severidade multiplicado pelo índice de ocorrência multiplicado pelo grau de detecção (CARPINETTI, 2012). Tradicionalmente, prioriza-se os mais altos graus de RPNs no processo decisório sobre onde deve haver melhorias de análise e alocação de recursos primeiramente.

Entretanto, a aplicação do FMEA possui limitações e dificuldades: a necessidade de equipes multidisciplinares faz com que a qualidade dos resultados seja condicionada ao trabalho em equipe, além do mais, a subjetividade das notas atribuídas à severidade, ocorrência e detecção pode causar distorções em torno da definição de prioridades.

Porém, dados podem ser tratados com o uso de conceitos de Inteligência Artificial (IA), contribuindo para diminuir as distorções na quantificação dos critérios do FMEA, uma vez que a IA não é capaz apenas de armazenar e manipular dados, mas também adquirir, representar e manipular conhecimento (SILVA et al., 2019, p. 13) e objetiva o processamento de informações de acordo com seu treinamento prévio com dados de entrada-saída.

Para tanto, a lógica nebulosa ou lógica fuzzy é por natureza uma metodologia linguística, e sua interação com outras técnicas semelhantes permite ao especialista a resolução de problemas, cujo tratamento numérico é difícil pela quantidade de variáveis ou por sua complexidade, que resultaria em soluções com discrepância às expectativas de soluções desejadas (SAMPAIO; OLIVEIRA; IGNACIO, 2007).

O emprego de um sistema neuronebuloso que aprende a classificar dados usando regras e classificações nebulosas, promove facilidade em ver as regras de ativação a partir do momento em que o sistema tenha sido estabelecido, e assim, garantir que o sistema tenha tratado o problema corretamente. Isso não ocorre em redes neuronais tradicionais, as quais uma vez treinada, é muito difícil entender a obtenção da resposta dada a um conjunto de entradas.

2. Metodologia

A busca fundamenta-se na base do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)/MEC (Ministério da Educação), uma biblioteca virtual com o objetivo de reunir e disponibilizar conteúdo de qualidade às instituições de ensino e pesquisa no Brasil, e assim, promover o fortalecimento da pós-graduação no Brasil, por meio da democratização do acesso online à informação científica internacional de alto nível.

Nesse sentido, o acervo do Portal de Periódicos soma mais de 45.000 títulos com texto completo, 130 bases referenciais e 12 bases com dedicação exclusiva a patentes. Dentre as bases referenciais pesquisadas estão contidos os bancos de dados: Materials Science & Engineering Database, OneFile (GALE), SciVerse Scopus, Elsevier - ScienceDirect, Scielo - Scientific Electronic Library Online. A escolha das bases de dados selecionadas foi fundamentada pela relação do tema pesquisado com o conteúdo indexado, e na quantidade de estudos nos conteúdos analisados, como mostrado na Figura 1.

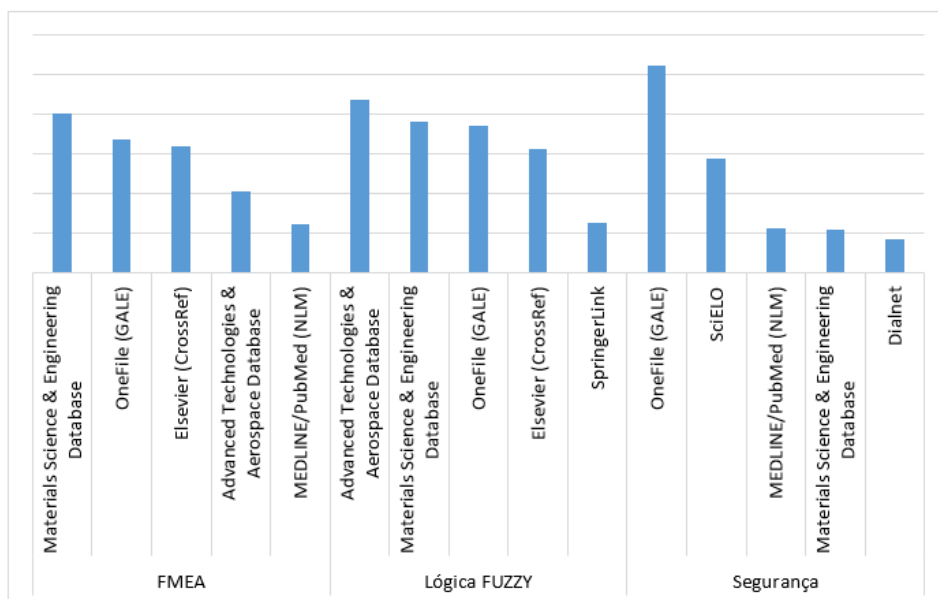


Figura 1 – Proporção da quantidade de estudos por termo indexado em diferentes bases

Com uma busca simples verificou-se que o termo “FMEA” foi introduzido na plataforma em 1972 em estudos relacionados à confiabilidade de processos, e totalizam mais de 9.000 estudos em diversas áreas. O termo “lógica FUZZY” surgiu na base de dados em 1981 em estudo sobre a limitação de análises clínicas. Dentre os termos pesquisados, este é o mais recente introduzido na plataforma, porém, o mais abordado em pesquisas científicas, com mais de 150.000 publicações, esta temática está em expansão no mundo científico. E o termo “segurança” no meio ocupacional aparece pela primeira vez em 1961, abordando o treinamento como meio para atingir a segurança nas empresas, foram localizados mais de

18.000 indexados com “segurança, referentes a áreas da saúde, biologia, engenharia, organização do trabalho, ambiental, entre outras.

Para alcançar o objetivo do estudo foi utilizada a funcionalidade de busca avançada da plataforma. As expressões “FMEA” e “FUZZY” foram pesquisadas e cruzadas com a utilização do operador lógico “AND”, que equivale a expressão “com todas as palavras” e forma o conjunto de intersecção dos termos buscados, com a finalidade de combinar os termos indexados. A busca avançada permite buscar trabalhos com a palavra indexada em qualquer parte do texto, no título, como autor e no assunto, esta pesquisa buscou os termos em qualquer parte do estudo.

É possível ainda filtrar a busca por data de publicação, porém, esta restrição não foi utilizada, para mapear o maior número de estudos possível, a fim de realizar a comparação dos estudos com o passar do tempo e identificar pontos em comum e novas descobertas. Dentre o tipo de material a plataforma permite a seleção de artigos, livros, imagens e recursos audiovisuais, foi optado pela seleção de artigos. Como o periódico reúne trabalhos de vários países, estes estão disponíveis em diversos idiomas, e não foram aplicadas restrições para avaliar os artigos de maneira mais uniforme.

Após, foi aplicada a ferramenta de expansão dos resultados, com o objetivo de encontrar termos semelhantes aos pesquisados e não restringir a busca a um tópico principal. Para garantir a seleção de estudos com qualidade e validade no meio científico a busca foi restringida a periódicos revisados por pares, atestando critérios como novidade, originalidade, importância, relevância, solidez e rigor do estudo. Nesta etapa foram encontradas 1.574 publicações, porém, com aplicações em diversas áreas da ciência.

Então refinou-se a relação da pesquisa entre “FMEA” e “FUZZY” com estudos indexados com a palavra “segurança”, nas bases referenciais descritas. Como ilustrado na Figura 2, foram encontrados 109 resumos catalogados desde a primeira publicação em 1989 até 2019. A maior parte está relacionada a gestão empresarial, engenharia de processos e avaliação e gestão de riscos.

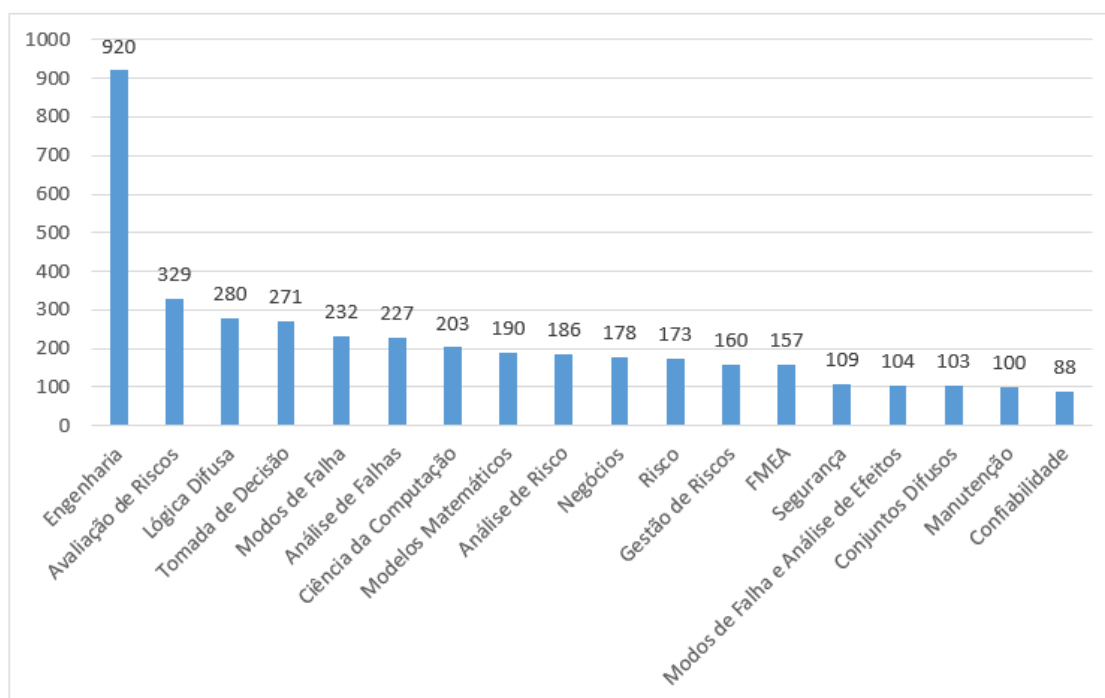


Figura 2 – Quantidade de estudos por tema

Em decorrência do termo “segurança” ser bastante genérico, houve a necessidade de refinar novamente a pesquisa. Assim, grande parte relaciona-se com análise e avaliação de risco, engenharia e confiabilidade de processos e gestão empresarial. Entretanto, foram selecionados para análise estudos com os termos “Segurança do Trabalho” e “Acidentes” indexados.

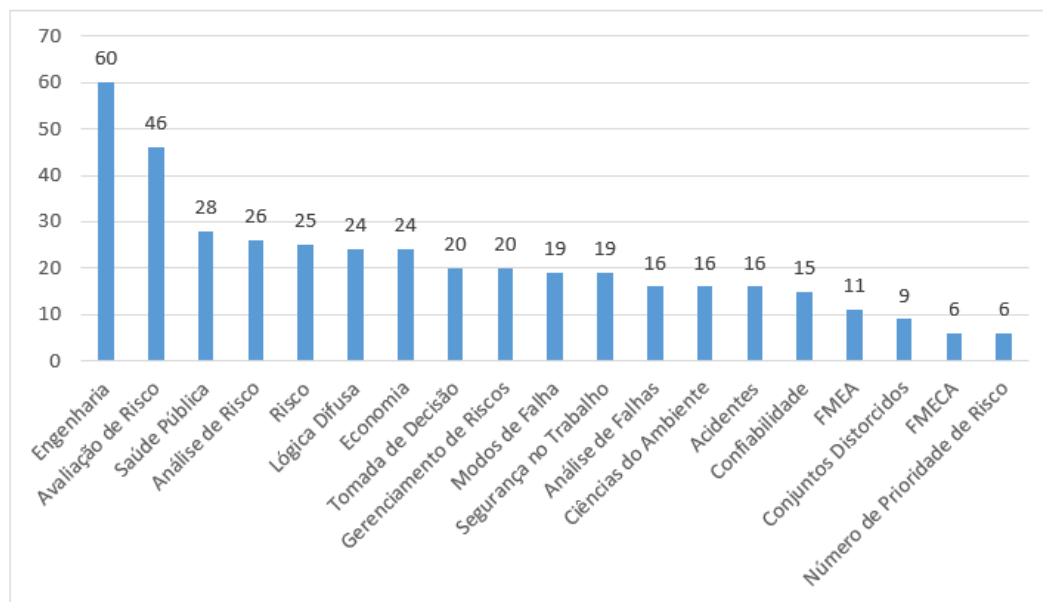


Figura 2 – Quantidade de estudos relacionados à segurança

Encontrou-se 27 resumos de artigos que foram analisados individualmente, para garantir que os estudos tenham de fato relação com segurança e saúde no trabalho, sendo ordenados por relevância quanto ao tema pesquisado. Após a leitura dos resumos, os que não relacionavam de alguma forma com segurança ocupacional foram excluídos.

Por sua vez, os trabalhos que possuíam relação com os temas buscados foram analisados na íntegra, para que fosse possível conhecer os métodos utilizados e resultados alcançados com a integração de ferramentas de qualidade e confiabilidade com inteligência artificial aplicados a segurança e saúde no trabalho. A Figura 3 apresenta o fluxograma do procedimento para seleção dos artigos estudados.

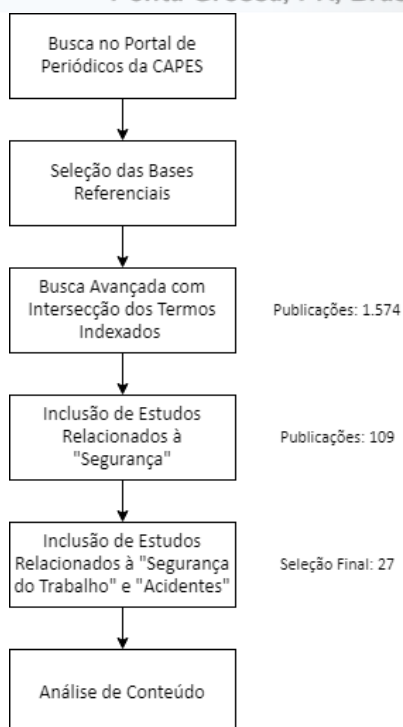


Figura 3 – Fluxograma para seleção do material analisado

3. Resultados e discussões

Apesar da utilização do refinamento dos estudos por área do conhecimento, os 27 artigos mapeados ainda trazem assuntos paralelos aos temas procurados, que não condizem exatamente com os conteúdos pesquisados. O primeiro registro de publicação tratando dos três temas indexados simultaneamente é do ano de 2000. Porém, até o ano de 2013 a produção em torno dos temas foi demasiadamente limitada, alguns anos entre 2000 e 2013 não tiveram publicações.

Entretanto, como representado na Figura 4 é notável que em 2014 houve um aumento significativo na produção quando comparado a anos anteriores, com 4 publicações.

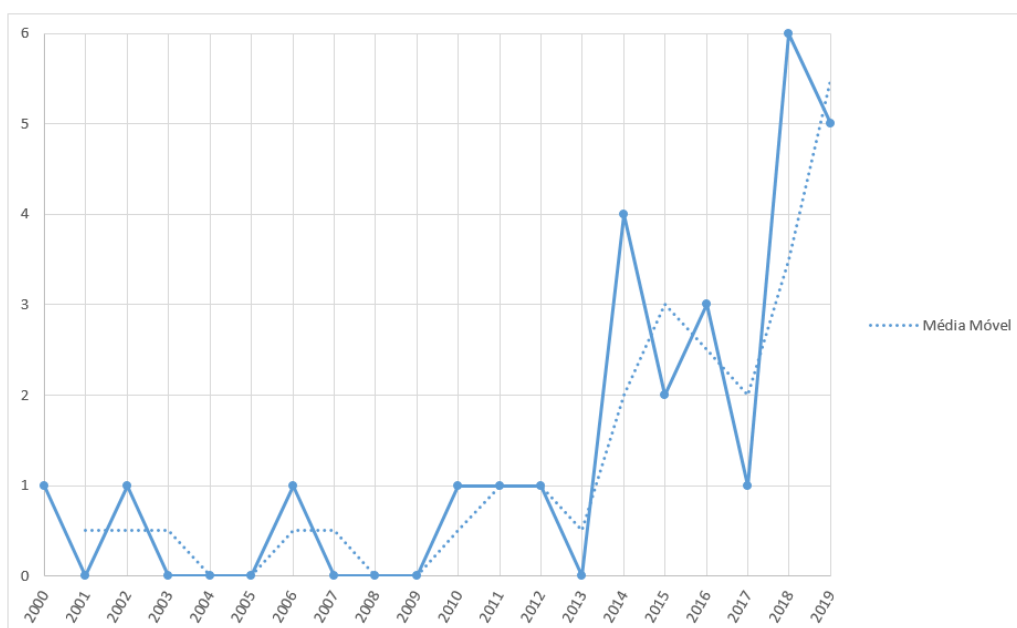


Figura 4 – Estudos publicados por ano

A etapa de análise de conteúdo teve por finalidade assegurar que os trabalhos selecionados tivessem relação com os temas indexados. Ao final da análise observou-se que 5 artigos tratavam de segurança operacional, de processos e relacionados à confiabilidade, estes foram excluídos do estudo.

Portanto, verifica-se que a produção integrada dos temas estudados teve início somente em 2010, como indica a Figura 5. Porém, de 2010 a 2019 percebe-se que o número de publicações sofreu variação. E através da média móvel é visível uma tendência de expansão de estudos nessas áreas.

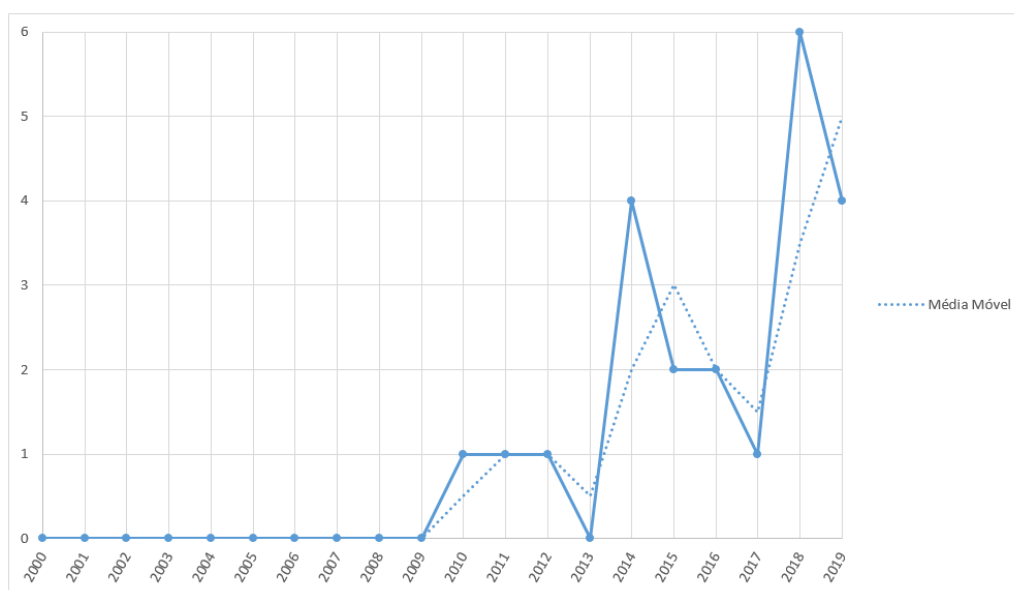


Figura 5 – Estudos publicados por ano

Por ordem de relevância, os artigos trazem as seguintes problemáticas estudadas:

a) Trata da avaliação de riscos para saúde e segurança ocupacional em sistemas de construção de dutos de gás natural, baseada no FMEA. Para tanto, o artigo traz uma nova abordagem integrada do Processo Analítico Hierárquico (AHP), que dá suporte na tomada de decisão através da identificação da melhor alternativa a ser considerada, tendo em vista critérios de seleção pré-definidos. Foi realizado um estudo de caso com análise comparativa, análise de comparação e análise de sensibilidade para afirmar a viabilidade e eficácia da abordagem proposta. O trabalho concluiu que o tratamento proposto fornece resultados mais razoáveis para a avaliação de riscos ocupacionais, e com o emprego de conjuntos nebulosos, é possível refletir a incerteza de maneira mais adequada.

b) Propõe uma nova metodologia baseando-se no FMEA e na árvore de falhas difusas, para avaliar o risco associado a um combustor com oxigênio para uso semi-industrial, para tanto, o equipamento é dividido em subsistema de alimentação, subsistema de combustão, subsistema de ignição e subsistema de exaustão, de modo que seja possível avaliar os perigos advindos de cada subsistema individualmente. As principais formas de acidente mapeados pela matriz de causa e efeito incluem vazamentos, ferimentos, incêndios e explosões. A partir disso, realizou-se a análise de gravidade e probabilidade dos acidentes, obtendo as árvores de

falhas com avaliações qualitativas realizadas com pontuação de especialistas, e após, foi realizada a aplicação da teoria dos conjuntos difusos e análise de pesos, para quantificar a probabilidade dos eventos, e assim, apresentar medidas eficazes para melhorar a confiabilidade e a segurança do sistema.

c) Considerando as práticas tradicionalmente adotadas para avaliação de risco nas atividades de trabalho, os autores citam que apesar dos parâmetros ponderados no FMEA e na avaliação prática de risco (Fine Kinney), um método considerando a integração dos parâmetros ainda não foi desenvolvido. Uma nova abordagem é proposta com o emprego da Análise de Segurança e Efeito Crítico (SCEA) aliado a conjuntos nebulosos, para fornecer uma avaliação de risco mais abrangente e precisa. O estudo foi aplicado no processo de escavação e os resultados são comparados aos métodos anteriormente citados, concluindo resultados mais confiáveis e precisos com base em todos os parâmetros.

d) Apresenta um estado da arte em métodos de avaliação de risco ocupacional na indústria da construção civil bem como as limitações dos métodos e as vantagens do uso de abordagens difusas em situações mal definidas. Os autores concluíram que existem muitos métodos tradicionais para abordar a segurança e saúde do trabalhador na construção civil, porém poucos foram adaptados e validados para uso na área, de maneira que as medidas de segurança sejam aplicadas informalmente.

e) Propõe um padrão de avaliação de risco à segurança do trabalhador no transporte de materiais perigosos pelo modal rodoviário. Pela análise de risco no trabalho aliada ao consenso de especialistas foram identificados os riscos dos caminhões rodoviários de óleo. Em seguida o Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP) foi empregado para pesar os riscos determinados. As características técnicas do transportador e do tanque, inspeção inadequada do caminhão, sistema de freio ruim e falta de força das blindagens foram os riscos mais relevantes para a ocorrência de acidentes.

f) Aplicado em um hospital na Turquia, identifica e avalia riscos químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais que atuam sobre profissionais da saúde. Apesar do rápido crescimento econômico, cita-se que o País ainda não implementa práticas e dedica a atenção necessária ao setor da saúde, com isso, o trabalho visa contribuir para o planejamento dos serviços de saúde e aprimorar os regulamentos existentes. Para tanto, utilizou-se como ferramenta o Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP) na pesagem dos parâmetros de risco, e a abordagem difusa aplicada ao método de tomada de decisão com múltiplos critérios (VIKOR) na priorização dos tipos de risco em cada departamento hospitalar. Ainda foram sugeridas medidas para os perigos identificados.

g) Avalia os risco de saúde e segurança ocupacional na construção de gasoduto de gás natural, inicialmente, é realizado um método bidimensional de matriz de risco com a técnica nebulosa assimilando os resultados à solução ideal. Após, os riscos são avaliados nos parâmetros probabilidade e gravidade, para priorização de riscos primários e residuais.

h) Envolve a abordagem de tomada de decisão com base na decisão multicritério (MCDM), na qual é possível avaliar e resolver problemas com critérios variados, conflitantes e incomensuráveis. O estudo classifica 80 artigos em oito áreas de aplicação diferentes, visando

fornecer uma visão para pesquisadores e profissionais da aplicação do MCDM em avaliações de risco em saúde e segurança do trabalho.

i) Avalia o risco ocupacional no período de construção e operação de turbinas eólicas na Turquia, pois há muitos aspectos em aberto para melhorias na gestão da saúde e segurança ocupacional nessa área. A metodologia utilizada foi primeiramente o Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP) e em seguida o método de tomada de decisão com múltiplos critérios (VIKOR) para priorizar os perigos. A ponderação dos parâmetros foi realizada por especialistas em saúde e segurança do trabalho, e então, fornecidas medidas de controle e ações corretivas/preventivas de melhoria.

j) Propõe uma nova técnica híbrida para avaliar a segurança do trabalho em ambientes quentes, com a utilização da tomada de decisão multicritérios (MCDM). O modelo leva em consideração o processo de rede analítica (ANP) para calcular os pesos dos fatores de avaliação e a abordagem fuzzy para lidar com imprecisões e incertezas durante o processo de tomada de decisão. Para verificar a eficácia do modelo proposto foi conduzido um estudo de caso.

k) Apresenta uma revisão abrangente das técnicas de avaliação de risco adotadas no setor da mineração em todo o mundo, as contribuições de estudos anteriores, teorias em desenvolvimento e perspectivas de tendências futuras. Identificou-se a necessidade de implementação de técnicas robustas de avaliação de riscos no setor da mineração, que levará ao aumento da conscientização sobre os perigos no ambiente laboral, contribuindo no desenvolvimento da segurança com uma taxa de acidentes quase zero.

l) Mapeia conceitualmente dos fatores de risco que envolvem critérios gerenciais, ambientais, operacionais e individuais. Com a utilização do Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP) foram classificados todos os fatores envolvidos, e aplicou-se o método de programação de preferências difusas logarítmicas (LFPP) na análise dos dados.

m) Utiliza um mapa cognitivo difuso de múltiplos objetivos (FCM) e tomada de decisão com vários critérios com base em análise de sensibilidade para avaliar os riscos associados a acidentes de trabalho em minas de carvão subterrâneas. Os dados de acidentes são avaliados estatisticamente para determinar graus de probabilidade, gravidade e duração da incapacidade no trabalho. Os resultados indicam que envenenamento por gás, queda do trabalho e detritos de destruição são os que mais oferecem riscos ao sistema, e devem ser mitigados imediatamente.

n) Promove discussão acerca de vários métodos de análise de risco no ambiente acadêmico e propõem bases para o desenvolvimento de uma nova metodologia adequada a ambientes complexos, como academia/pesquisa. O método deve ser rápido, intuitivo, semi-quantitativo e de fácil aplicação. O método permite obter um índice de risco para todas as categorias de perigo identificadas.

o) Considera a importância das indústrias de alta tecnologia de Taiwan e os incidentes causados pelos perigos da energia em espaços confinados, sugere-se a aplicação de estratégias de design inerentemente mais seguras (ISD's). Essa abordagem permite eliminar

completamente os perigos das fontes de energia perigosa em uma instalação. O estudo analisa dados de 1996 a 2012 para propor melhorias com base nas estatísticas de acidentes, com a implementação dessas medidas o número de acidentes do trabalho foi significativamente reduzida e o nível de segurança da planta estudada foi aprimorada.

p) Propõe uma metodologia baseada no TOPSIS nebuloso para avaliar riscos à saúde humana. As informações foram coletadas em três minas de carvão perigosas localizadas no Irã, foram identificados e classificados 86 perigos. A metodologia proposta pode ser uma técnica confiável para o gerenciamento de riscos e para lidar com as incertezas que afetam a saúde e segurança dos mineiros quando as classificações de desempenho são imprecisas.

q) Desenvolve uma nova metodologia capaz de avaliar a segurança industrial regional em um ambiente incerto, ao considerar a incompletude de dados históricos de falhas antes da ocorrência de acidentes em Pequim. Utilizou-se o híbrido de raciocínio probatório (ER) e processo de hierarquia analítica (AHP) que foi capaz de fornecer aos analistas de risco e engenheiros de segurança informações úteis para uma avaliação abrangente de riscos.

r) Estabelece uma nova definição de segurança dada a partir da visão da interação entre atividades e ambiente e considera que, o mecanismo de controle de segurança ativo consiste em controle avançado de avanço, controle de avanço e controle de feedback. Assim a saúde e segurança do trabalho abre uma nova maneira para o desenvolvimento do controle de segurança ativo.

s) Integra a implementação da função de qualidade (QFD) e um modelo de mochila 0-1 para saúde e segurança ocupacional como uma abordagem de pensamento sistêmico. É utilizada a metodologia House of Quality (HoQ) para considerar as inter-relações entre tarefas e perigos, perigos e eventos e eventos e medidas preventivas. O modelo de mochila 0-1 atribui pesos para a decisão de investimento de prioridade de melhorias.

t) Utiliza o método House of Safety (HoS) para avaliar os riscos durante o projeto de máquinas na manutenção comum em um refinador quente de frutas e vegetais, integrando o comportamento humano dos trabalhadores com o objetivo de avaliar os riscos decorrentes do mau comportamento humano na interação homem-máquina. É utilizado o número de prioridade de risco (RPN) para estimar os critérios de gravidade, ocorrência e detecção ponderados usando o processo de hierarquia analítica (AHP) e selecionais os dispositivos de proteção de segurança com maior eficácia.

u) Relata descobertas preliminares sobre o desenvolvimento de uma ferramenta de protótipo para análise de consequências e melhoria do projeto por meio do princípio de segurança inerente, que tem como princípio eliminar ou minimizar acidentes em vez de controlar o risco. Para tanto foi utilizado um simulador de projeto de processo, integrado com modelo de análise de consequências de liberação tóxica.

4. Considerações finais

A revisão sistemática da literatura é de imprescindível aplicação para conhecer a produção científica da área. Neste estudo, constatou-se que a literatura sobre aplicação da lógica FUZZY-FMEA em saúde e segurança no trabalho obteve um aumento considerável nos últimos anos,

e a tendência é que haja expansão na investigação acerca do conteúdo, devido a relevância do tema.

Porém, ao considerar a diversidade temática e metodológica das abordagens, mesmo com o crescimento citado, a produção bibliográfica na área ainda é limitada e insuficiente frente a demanda de ferramentas cada vez mais eficientes e capazes de processar um grande número de informações simultaneamente na área da saúde e segurança ocupacional.

Portanto, ressalta-se a importância de investigações e desenvolvimento de metodologias que melhor se encaixam às necessidades dos profissionais de saúde e segurança no trabalho na identificação, análise e gestão de riscos, para que haja cada vez mais qualidade de vida no ambiente laboral.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Brasil: ABNT, 1994.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. São Paulo: Ed. Atlas S.A. 2012.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas**: aplicação dos métodos de FMEA – FTA. Minas Gerais: Ed. UFMG, 1995.

LANGE, K.A.; LEGGETT, S. C.; BAKER, B. **Análise de modo e efeitos de falha potencial**. São Paulo: IQC, 2001.

PALADY, P. **FMEA**: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. São Paulo: Imam, 2007.

SAMPAIO, L. M. D.; OLIVEIRA, M. J. F.; IGNACIO, A. A. V. **Lógica nebulosa**: aplicações e tendências. Disponível em:
<<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/033.pdf>> Acesso em: 08 out. 2019.

SILVA, F. M. et al. **Inteligência Artificial**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.