RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

SEGURANÇA EM AMBIENTES COM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS PERIGOSAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

SAFETY IN ENVIRONMENTS WITH HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES: A LITERATURE REVIEW

SEGURIDAD EN ENTORNOS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS: UNA REVISIÓN DE LITERATURA

Letícia Adrielly Dias Grisante[1], Marília Nanni Vieira[1], Adriane Xavier de Morais[1], Lucas Garcia Grisante[2]

e626191
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i2.6191

PUBLICADO: 2/2025

RESUMO

O manuseio de substâncias químicas perigosas em ambientes de trabalho apresenta riscos significativos à saúde e segurança ocupacional, incluindo intoxicações, explosões e doenças graves, que afetam setores como indústrias, laboratórios e saúde. Esses riscos estão associados a altas taxas de mortalidade e doenças relacionadas ao trabalho, destacando a necessidade de estratégias eficazes para mitigação. O estudo revisa e aprimora tecnologias, normativas e boas práticas, utilizando dados levantados em plataformas como PubMed, Scopus, SciELO e Google Scholar, para promover ambientes mais seguros e sustentáveis. Normativas nacionais e internacionais orientam medidas de segurança, como o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs), essenciais para minimizar a exposição. Além disso, avanços em saúde e segurança no trabalho, como regulamentações mais rigorosas e tecnologias emergentes, têm ajudado a reduzir acidentes e mortes. Inovações como o monitoramento em tempo real aumentam a proteção, mas demandam treinamento especializado e gestão de riscos, incluindo cibersegurança. O estudo também reforça a urgência de políticas públicas eficazes e educação contínua para lidar com os impactos das mudanças climáticas e da poluição na saúde ocupacional, garantindo ambientes de trabalho seguros e sustentáveis. Em resumo, o trabalho combina uma revisão teórica abrangente com recomendações práticas, como a adoção de EPIs, EPCs e tecnologias de monitoramento, além de treinamento e gestão de riscos, para prevenir doenças e acidentes, contribuindo diretamente para a redução de mortalidade e morbidade relacionadas ao trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes. Indústria química. Proteção. Segurança. Substâncias químicas.

ABSTRACT

The handling of hazardous chemicals in work environments poses significant risks to occupational health and safety, including poisoning, explosions, and serious illnesses, affecting sectors such as industries, laboratories, and healthcare. These risks are associated with high rates of mortality and work-related diseases, underscoring the need for effective risk mitigation strategies. The study reviews and enhances technologies, regulations, and best practices, using data gathered from platforms such as PubMed, Scopus, SciELO, and Google Scholar, to promote safer and more sustainable environments. National and international regulations guide safety measures, such as the mandatory use of Personal Protective Equipment (PPE) and Collective Protective Equipment (CPE), which are essential to minimize exposure. Additionally, advancements in occupational health and safety, such as stricter regulations and emerging technologies, have helped reduce accidents and fatalities. Innovations like real-time monitoring enhance protection but require specialized training and risk management, including cybersecurity. The study also emphasizes the urgency of effective public policies and continuous education to address the impacts of climate change and pollution on occupational health, ensuring safe and sustainable work environments. In summary, the work combines a comprehensive theoretical review with practical recommendations, such as the adoption

[1] Universidade Estadual Paulista - ICT UNESP - São José dos Campos.
[2] Pulcra Chemicals Brasil.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

of PPE, CPE, and monitoring technologies, along with training and risk management, to prevent diseases and accidents, directly contributing to the reduction of work-related mortality and morbidity.

KEYWORDS: *Accidents. Chemical industry. Chemical substances. Protection. Safety.*

RESUMEN
El manejo de sustancias químicas peligrosas en entornos laborales presenta riesgos significativos para la salud y la seguridad ocupacional, incluyendo intoxicaciones, explosiones y enfermedades graves que afectan a sectores como la industria, los laboratorios y la salud. Estos riesgos están asociados con altas tasas de mortalidad y enfermedades relacionadas con el trabajo, lo que resalta la necesidad de estrategias eficaces para su mitigación. El estudio revisa y mejora tecnologías, normativas y buenas prácticas, utilizando datos recopilados en plataformas como PubMed, Scopus, SciELO y Google Scholar, con el objetivo de promover entornos más seguros y sostenibles. Las normativas nacionales e internacionales orientan medidas de seguridad, como el uso obligatorio de Equipos de Protección Individual (EPIs) y Colectiva (EPCs), esenciales para minimizar la exposición. Además, los avances en salud y seguridad en el trabajo, como regulaciones más estrictas y tecnologías emergentes, han contribuido a la reducción de accidentes y muertes. Innovaciones como el monitoreo en tiempo real aumentan la protección, pero requieren capacitación especializada y gestión de riesgos, incluyendo la ciberseguridad. El estudio también refuerza la urgencia de políticas públicas eficaces y educación continua para abordar los impactos del cambio climático y la contaminación en la salud ocupacional, garantizando entornos laborales seguros y sostenibles. En resumen, el trabajo combina una revisión teórica exhaustiva con recomendaciones prácticas, como la adopción de EPIs, EPCs y tecnologías de monitoreo, además de capacitación y gestión de riesgos, para prevenir enfermedades y accidentes, contribuyendo directamente a la reducción de la mortalidad y morbilidad relacionadas con el trabajo.

PALABRAS CLAVE: *Accidentes. Industria química. Protección. Seguridad. Sustancias químicas.*

1. INTRODUÇÃO

O manuseio de substâncias químicas perigosas em ambientes de trabalho representa um desafio significativo para a saúde e a segurança ocupacional (Lua *et al.,* 2021). Essas substâncias podem ser classificadas de acordo com características físico-químicas como inflamáveis, corrosivas, tóxicas ou reativas, e estão associadas a diversos riscos, desde danos imediatos à saúde, como intoxicações, até acidentes graves, como explosões e vazamentos (Patnaik, 2017). A exposição a substâncias químicas perigosas não se limita a grandes indústrias, mas também abrange setores como laboratórios acadêmicos, serviços de saúde e agricultura, ampliando os desafios de segurança (McGeough *et al.,* 2021; Bostan, 2013). Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), acidentes relacionados a produtos químicos estão entre as principais causas de fatalidades e doenças ocupacionais, a exposição no local de trabalho à poluição do ar, como partículas, gases e fumos, causou 450.000 mortes em um ano, sendo que as neoplasias malignas e as doenças respiratórias estão entre as três principais causas de morte relacionada com o trabalho (OIT, 2021; OIT, 2023). Diante dessa complexidade, torna-se indispensável identificar os fatores que favorecem a exposição, implementar estratégias eficazes para mitigar os riscos e garantir o cumprimento de normativas específicas, promovendo a segurança dos trabalhadores e a preservação do ambiente (Geng, 2023). Em uma revisão recente, foram listadas quatro principais estratégias bem-sucedidas na

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

segurança do trabalho que consistem em disseminar informações; adquirir conhecimento, habilidades e capacidades; usar uma abordagem colaborativa ou participativa; e considerar as características e contextos individuais (Nastasia; Rives, 2024). Portanto, o estudo teve como objetivo revisar as estratégias atuais de segurança do ambiente de trabalho a fim de identificar lacunas no conhecimento para promover avanços em tecnologias e regulamentações voltadas à proteção ocupacional, favorecendo o trabalhador e respaldando o empregador. Para isso, o artigo revisou a literatura sobre segurança em ambientes com substâncias químicas perigosas, abordando os principais riscos, regulamentações e métodos de prevenção e boas práticas que promovem um ambiente de trabalho mais seguro.

2. MÉTODO

Esse trabalho se trata de uma revisão narrativa da literatura. Foram selecionados artigos dos últimos 15 anos, e utilizadas para pesquisa as bases de dados PubMed, *Scopus*, SciELO e *Google Scholar,* com o objetivo de apresentar uma abordagem qualitativa documental acerca dos seguintes temas: substâncias químicas; riscos ocupacionais; principais normativas nacionais e internacionais, EPIs e EPCs (equipamentos de proteção individual e equipamentos de proteção coletivo). Como critério de inclusão, foram aceitos estudos que investigam e relatam acidentes envolvendo *"chemical products"*, artigos entre o ano de 2010 a 2025, e para pesquisar na base de dados foram utilizados os descritores *"chemicals"*, *"accidents"*, *"safety"*, além dos operadores *AND, OR, NOT*. Como critério de exclusão não foram aceitos estudos que não abordam diretamente a temática da revisão e estudos com dados incompletos. Os artigos analisados foram selecionados com base na relevância e pertinência ao tema. Foram excluídos artigos em duplicidade, os desatualizados, de acordo com a legislação existente, e os que não apresentaram a temática definida.

3. SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

3.1 Classificação e caracterização de Substâncias Químicas Perigosas

A classificação e caracterização de substâncias químicas perigosas desempenha um papel fundamental na gestão de riscos e na proteção da saúde humana, do meio ambiente e da segurança no trabalho (Maffini *et al.,* 2023). Esse processo permite que as substâncias sejam identificadas de forma sistemática, facilitando sua manipulação, transporte e armazenamento de maneira segura (Klitzke *et al.,* 2024). As substâncias químicas são classificadas de acordo com critérios que analisam os riscos que representam para a saúde, a segurança e o meio ambiente, dentre esses critérios estão a toxicidade, inflamabilidade, reatividade e corrosividade, cada uma abordando diferentes aspectos dos perigos potenciais (Garralaga *et al.,* 2022). A toxicidade é avaliada por testes que verificam os efeitos agudos e crônicos em organismos vivos, já a inflamabilidade se refere à capacidade de uma substância de se inflamar e se propagar com facilidade; a reatividade está relacionada à capacidade de uma substância de sofrer reações químicas rápidas e, muitas vezes, perigosas e a corrosividade diz respeito ao potencial de uma substância de danificar materiais e tecidos biológicos por meio de

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

reações químicas (Wyke *et al.,* 2014; Garralaga *et al.,* 2022). O Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), desenvolvido pelas Nações Unidas, é fundamental para garantir uma abordagem uniforme na classificação e comunicação de riscos de produtos químicos (Wallau *et al.,* 2013; Arantes e Günther, 2023); no Brasil, a Norma Regulamentadora (NR) NR 26 estabelece diretrizes para a rotulagem de produtos químicos perigosos, assegurando a disseminação de informações essenciais para a segurança no ambiente de trabalho (Ministério do Trabalho, 2020). A NR26 utiliza etiquetas, ícones de perigo e frases de advertência para informar trabalhadores e usuários sobre as características perigosas de uma substância, como ser tóxica, inflamável ou corrosiva. Essas classificações são essenciais para a implementação de medidas de controle e gestão de riscos em ambientes industriais e laboratoriais, uma vez que elas permitem que sejam adotadas práticas seguras, como o uso de equipamentos de proteção, a criação de protocolos de emergência e o armazenamento correto de substâncias, assegurando a integridade de pessoas e processos (Arantes; Günther, 2023).

Outra importante norma é a Classificação de Mercadorias Perigosas da ONU, que regula o transporte seguro de substâncias químicas; essa classificação inclui nove classes principais, que vão de substâncias explosivas e inflamáveis a substâncias tóxicas e radioativas (UNECE, 2023). Categorias específicas, como gases tóxicos e líquidos inflamáveis, são usadas para definir os critérios de transporte e manuseio, assegurando a segurança de todos os envolvidos. De acordo com a United Nations (2023), a correta classificação e caracterização de substâncias químicas são essenciais para desenvolver e implementar estratégias eficazes de controle e mitigação de riscos; elas permitem que indústrias e trabalhadores adotem medidas de segurança, como o uso de equipamentos de proteção individual, protocolos de emergência e métodos de armazenamento e transporte adequados. Além disso, as regulamentações garantem a rotulagem precisa, que é crucial para a conscientização e proteção dos profissionais e do público em geral (Armstrong *et al.,* 2021).

3.2. Tipos de substâncias químicas

A caracterização das substâncias químicas envolve a análise de suas propriedades físico-químicas e seus efeitos adversos. Essa análise revelou:

Toxicidade: Substâncias são avaliadas quanto à sua capacidade de causar danos à saúde humana ou animal, com base em parâmetros como LD50 (dose letal média) e LC50 (concentração letal média) (Freve *et al.,* 2016).

Corrosividade: A capacidade de uma substância de causar danos severos aos tecidos vivos e materiais. Exemplos incluem ácidos fortes e bases concentradas, que podem causar queimaduras graves (Silva *et al.,* 2020).

Inflamabilidade: A facilidade com que uma substância se inflama quando exposta a uma fonte de ignição. A classificação inclui o ponto de fulgor e a faixa de explosividade da substância (Echa, 2014).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Reatividade: Substâncias que podem reagir violentamente com outras substâncias ou condições ambientais, resultando em explosões, liberação de gases tóxicos ou outros incidentes perigosos (Aiche, 2023).

Perigos para o Meio Ambiente: Substâncias que representam riscos para a vida aquática e ecossistemas. Elas são classificadas como ecotóxicas e podem ter efeitos de longo prazo no ambiente (Sundas *et al.,* 2024).

4. RISCOS OCUPACIONAIS

4.1. Impactos à Saúde

Os trabalhadores são cada vez mais expostos a produtos químicos no ambiente de trabalho, que causam diversas intercorrências (Skowron e Czerczak, 2015). A exposição a substâncias químicas perigosas pode causar envenenamento e intoxicação, representando um risco significativo para a saúde humana (Qu; Zeng, 2024). A falta de controle na introdução de produtos químicos tem levado a danos documentados (Pat *et al.,* 2024). O Instituto Federal de Avaliação de Riscos (BfR) mantém um banco de dados de notificações médicas conforme a Lei de Produtos Químicos, fundamental para monitorar e gerenciar riscos emergentes (Begemenn, 2019). Certos produtos químicos, quando vaporizados, podem ser inalados e classificados como agentes pulmonares, cutâneos, nervosos e incapacitantes, com descarte inadequado podendo causar contaminação ambiental e riscos à saúde de todos os seres vivos (Wille *et al.,* 2019). Em casos mais graves de intoxicação, as vítimas podem apresentar hipóxia, vasopressão e parada respiratória, levando à morte (Hrvat *et al.,* 2020). Assim, é crucial uma resposta imediata para melhorar as chances de sobrevivência e minimizar sequelas (Wille *et al.,* 2019; Hrvat *et al.,* 2020). Desde a década de 1970, a industrialização e o aumento do uso de produtos químicos resultaram em surtos de doenças ocupacionais, como envenenamento por metais pesados, solventes e asma ocupacional, e até mesmo câncer ocupacional (Kang e Kim, 2010). Acidentes causados por inalação de produtos químicos representam cerca de 27% dos casos respiratórios (Carder *et al.,* 2019), e a asma ocupacional, induzida por produtos irritantes, é comum na população adulta (Roio *et al.,* 2021). A OMS discute critérios de avaliação e limites de exposição, destacando a importância de estratégias de proteção. Dada a frequência de acidentes relacionados a produtos químicos perigosos, o desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas de saúde e segurança ocupacional são essenciais para responder às preocupações e surtos de doenças (Kwon *et al.,* 2014).

4.2. Riscos de acidentes

Acidentes químicos graves, como incêndios, explosões e vazamentos, podem ocorrer durante a fabricação e o manuseio de produtos químicos, sendo frequentemente atribuídos a falhas nas instalações ou erros operacionais (Jung *et al.,* 2021). A ocorrência de desastres que envolvem múltiplos riscos, como incêndios e vazamentos de produtos tóxicos, é uma preocupação em cenários industriais, como destacado por He e Weng (2020). O estudo de Jung e colaboradores (2021) revela

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

que as falhas humanas são causas significativas desses acidentes e incluem a aplicação inadequada de procedimentos, informações incorretas, lacunas na educação e deficiências em regulamentos de segurança. Um exemplo emblemático desse tipo de acidente é o desastre de Bhopal, em 1984, considerado um dos piores da história industrial. Uma fuga de gás metilisocianato na fábrica da Union Carbide, na Índia, expôs mais de 500 mil pessoas, resultando na morte de pelo menos 3 mil indivíduos de forma imediata e deixando centenas de milhares com problemas de saúde crônicos (McCord *et al.,* 2023). Este trágico evento ressalta a importância de protocolos de segurança rigorosos, regulamentações eficazes e sistemas de treinamento e resposta a emergências para mitigar os riscos de tais incidentes (Dhara, 2023). Além disso, a manipulação e o descarte de produtos químicos perigosos exigem atenção especial, pois derramamentos acidentais e exposições únicas podem ter consequências graves, como o desenvolvimento de câncer, especialmente em produtos classificados como carcinogênicos de exposição única (Cruz; Santos 2024).

4.3. Cenários de exposição e doenças relacionadas

Diversas indústrias e fábricas expõem seus trabalhadores a riscos, especialmente aqueles relacionados a produtos químicos perigosos. No setor de construção naval, por exemplo, a exposição ao estireno, um agente químico classificado como cancerígeno para humanos, é uma preocupação significativa (Pigini *et al.,* 2023). Em outros setores, como na indústria em geral, os trabalhadores podem sofrer alterações patológicas relacionadas à audição causadas por produtos químicos (Sliwinska-Kowalska, 2015) e ao câncer de pulmão devido à exposição a compostos mutagênicos como o cromo (Skowron; Konieczko, 2015). Além disso, o contato com ftalatos, utilizados em materiais plásticos, está associado a distúrbios do neurodesenvolvimento, incluindo o transtorno do espectro autista (Morová; Krsková, 2021).

O ambiente laboratorial também não está isento de riscos, especialmente em contextos como os laboratórios de análises histopatológicas, onde produtos químicos potencialmente perigosos podem representar desafios significativos de segurança (Adyanthaya; Jose, 2013). Embora os riscos biológicos e infecciosos sejam prioritários em laboratórios de biologia médica, os riscos químicos não devem ser subestimados, dado que produtos químicos são usados em análises e para a desinfecção de equipamentos e instalações, e a toxicidade desses agentes requer a implementação de regulamentos rigorosos para proteger a saúde dos trabalhadores (Massoubre, 2023).

A agricultura é outro setor onde os acidentes químicos são prevalentes. Com as mudanças estruturais na indústria agrícola, a saúde e a segurança ocupacional têm ganhado destaque, reconhecendo a agricultura como uma indústria de alto risco (Ichihara *et al.,* 2019). O manuseio inadequado e os acidentes com pesticidas resultam em efeitos adversos documentados, impactando milhares de pessoas anualmente (Santos *et al*., 2024). Trabalhadores agrícolas e da indústria de pesticidas estão particularmente vulneráveis, assim como a população em geral, que pode ser exposta por meio de alimentos e água contaminados. Essas questões destacam a importância de manter e reforçar as medidas de segurança e regulamentação (Damalas; Elegtherohorinos, 2011).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Na área da beleza e cosméticos também é possível encontrar dados relatados de acidentes ocupacionais relacionados à produtos químicos, vindos por absorção cutânea (Chedik *et al.,* 2024) ou inalados pelo ar pelos trabalhadores que atuam como cabelereiros, que utilizam químicas em seus produtos, e sofrem exposições diárias aos mesmos, uma vez que ocorre a exposição em atividades rotineiras de produtos do tipo formaldeído, amônia e outros compostos orgânicos voláteis (Kezic *et al.,* 2022)

5. PRINCIPAIS NORMATIVAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS (NR-20, OSHA, REACH)

Normas como a Norma Regulamentadora NR-20, OSHA e REACH são fundamentais para garantir a segurança no manejo de substâncias químicas. A NR-20, vigente no Brasil, regula o manejo de produtos inflamáveis e combustíveis, garantindo práticas seguras no setor industrial (Brasil, 2021). Além da NR-20, A NR-26 também fala sobre produtos químicos perigosos, ela aborda a "Sinalização de Segurança" no trabalho, estabelecendo requisitos para sinais visuais que informam sobre riscos e garantem a segurança dos trabalhadores, definindo cores, formas e posicionamento de sinalizações, essenciais para prevenir acidentes e informar sobre perigos, como incêndios e substâncias perigosas (Brasil, 2021). A OSHA, nos EUA, estabelece os padrões de saúde e segurança ocupacional, abordando a exposição a agentes químicos (U.S. Department of Labor, 2022). Já o REACH, na União Europeia, impõe critérios rigorosos para a avaliação e controle de substâncias químicas, protegendo a saúde humana e o meio ambiente (European Parliament, 2023).

5.1. **Lacunas regulatórias**

É essencial que normas e regulamentações façam parte do cotidiano das pessoas que manipulam produtos químicos, seja em fábricas, laboratórios ou no comércio. O que preocupa é a falta de regulamentações adequadas para lidar com determinadas questões ou práticas (Souza *et al.,* 2023, Oliveira, 2023). Essas lacunas podem surgir em diversos contextos e ambientes, e, como resultado, a legislação muitas vezes não consegue oferecer respostas claras e eficazes para os novos desafios que emergem. O mundo atual está em constante transformação, especialmente no que diz respeito à tecnologia, e é fundamental que as leis se adaptem a esses novos cenários. Quando não há consenso científico sobre um assunto específico, surgem dificuldades para estabelecer regulamentações precisas, o que torna ainda mais necessário o estudo contínuo de novas substâncias e seus efeitos. Como consequência dessas lacunas, aumenta o risco de práticas perigosas em setores como o ambiental, industrial e farmacêutico, o que pode resultar em acidentes e doenças ocupacionais (Biermann, 2023). Além disso, a falta de regulamentação pode comprometer a responsabilidade empresarial, afetando a confiança do público e prejudicando a credibilidade dos negócios. Outro impacto significativo das lacunas regulatórias está relacionado ao meio ambiente, especialmente no manejo de recursos naturais e nas emissões de gases poluentes. A ausência de regulamentações adequadas pode permitir práticas que sobrecarregam os ecossistemas, causando danos ambientais de longo prazo (López-Rodríguez; Ríos-Castillo, 2021).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

5.2. **EPIs e EPCs**

No final da década de 1980, surgiram as primeiras roupas de proteção química, e desde então diversas mudanças e atualizações aconteceram; sabe-se que os padrões mais prevalentes seguem a *International Standards Organisation* (ISO) (Van, 2017). O sistema respiratório e a pele são as principais vias de contaminação em indústrias que trabalham com produtos químicos (Krzeminska; Irzmanska, 2011). Existe uma proteção adequada para cada tipo de atividade exercida, e essa proteção vai de roupas completas que cobrem todo o corpo a máscaras, luvas e óculos utilizados para o rosto (Shimasaki *et al.,* 2017). A Luva faz parte do equipamento de proteção individual (EPI) e é o principal protetor para exposição de pele ao manusear o produto com as mãos (Souza *et al.,* 2022). A figura 1 demonstra a utilização adequada da luva para manipulação adequada de produtos químicos. Não basta que o equipamento seja adequado e de alta qualidade; é igualmente essencial que o indivíduo utilize o EPI de maneira correta e colabore ativamente com as práticas de segurança. Um estudo realizado por Guseva *et al.,* (2013) mostrou que os funcionários de uma indústria de combustível nuclear seleciona os EPIs de acordo com a exposição aos perigos conhecidos, sendo que em muitos momentos a proteção necessária não foi utilizada. Em outros estudos, observou-se que os EPIs nem sempre são distribuídos de forma equitativa entre os funcionários, e há uma lacuna significativa no treinamento sobre o uso adequado desses equipamentos, podendo comprometer a segurança dos trabalhadores e aumentar o risco de exposição a substâncias perigosas (Asgedom *et al.,* 2019). Nas figuras 2, 3 e 4 estão demonstrados exemplos de máscaras para usos em diferentes situações, além de proteção para os olhos e audição. O artigo de Selov *et al*., (1995) apresenta abordagens para o uso de proteções para os olhos e vias respiratórias bem como normas.

Figura 1: Luva de Látex Impermeável



Legenda: Operador segurando galão contendo produto químico perigoso utilizando luva de látex impermeável, tipo Harpon.
Fonte: Elaborado pelo autor.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 2: Máscaras para proteção da via respiratória



Legenda: A: Máscara facial total para sistema de ar mandado e filtrado; B: Máscara contra poeiras e névoas em suspensão, além da máscara o operador também está utilizando óculos de proteção, capacete de proteção e protetores auriculares.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3: Operador utilizando óculos de proteção e protetores auriculares



;

Legenda: A e B: Operador utilizando óculos de proteção contra respingos e aerossois, protetor auricular contra sons e vapores químicos.
Fonte: Elaborado pelo autor

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 4: Paramentação total



Legenda: Operador totalmente paramentado utilizando macacão de segurança, óculos e máscara com suporte de ar
Fonte: Elaborado pelo autor

6. AVANÇOS CIENTÍFICOS RECENTES

Novos avanços têm surgido em vários âmbitos, inclusive na área de biossegurança (Zhou *et al.,* 2019). Tecnologias de monitoramento em tempo real, como sensores para detecção de gases tóxicos, estão mais sofisticadas, permitindo respostas rápidas a riscos. A inteligência artificial e o *big data* também têm sido usados para prever falhas e otimizar a análise de dados de segurança (You; Kozminski, 2015). Em relação aos equipamentos de proteção, novos materiais, mais leves e resistentes a produtos químicos foram desenvolvidos, oferecendo maior conforto e segurança para os trabalhadores (Ministério da Saúde; Machado *et al.,* 2023). Além disso, sistemas de gestão de segurança, integrados com *IoT (Internet og Things)*, permitem a vigilância constante e o controle de conformidade com regulamentos (Elgabry, 2023). Também houve inovações nos processos de descontaminação e decomposição ecológica de resíduos, tornando-os mais eficientes e ambientalmente amigáveis (Abreu *et al.,* 2023). Por fim, novas normas e regulamentos dinâmicos estão sendo criados para se adaptar rapidamente às mudanças tecnológicas, garantindo uma abordagem mais ágil e eficaz na segurança química (Hulme *et al.,* 2023).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

7. DISCUSSÃO

7.1. Desafios e perspectivas futuras

Globalmente, as mortes relacionadas ao trabalho por população caíram 14% entre 2000 e 2016. Segundo os relatórios, isso pode ser resultado de melhorias na saúde e segurança no local de trabalho (OIT). A data de 28 de abril foi escolhida como o Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho. No Brasil, também é o Dia Nacional em Memória das Vítimas de Acidentes e Doenças do Trabalho (TST, 2023). A adoção de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e dispositivos inteligentes, está transformando a maneira como a saúde e a segurança ocupacional são geridas, essas inovações permitem monitorar condições de trabalho em tempo real, melhorando a precisão na detecção de riscos e na implementação de medidas preventivas (Flor-Unda *et al.,* 2023). Por exemplo, dispositivos portáteis podem monitorar sinais vitais, variáveis físicas e níveis de exposição a perigos, proporcionando feedback imediato e contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, contudo, a implementação dessas tecnologias traz desafios, como a necessidade de treinamento especializado e a gestão dos riscos de cibersegurança; a educação contínua é essencial para maximizar os benefícios e proteger os trabalhadores (Möckel *et al.,* 2023).

7.2. Mudanças climáticas

A poluição global e a exposição a agentes tóxicos ambientais pioraram ao longo de seis décadas devido ao crescimento descontrolado, modernização e industrialização, afetando a saúde humana. A introdução de novos produtos químicos sem qualquer controle razoável de seus efeitos à saúde ao longo desses anos levou a efeitos adversos documentados (Pat *et al.,* 2024). O impacto das mudanças climáticas e da poluição ambiental na saúde humana é significativo e vem aumentando com o tempo devido à urbanização e à industrialização, dentre os malefícios, a exposição a partículas de poluição do ar, como PM2.5, está fortemente associada a efeitos adversos na saúde respiratória e cardiovascular, com um risco aumentado de doenças crônicas e agudas (Wan *et al.,* 2023). Além disso, a poluição do ar é um fator ambiental importante para o aumento da morbidade e mortalidade globalmente, afetando desproporcionalmente populações vulneráveis e contribuindo para uma carga de doenças que pode ser atenuada por políticas públicas mais rigorosas e tecnologias mais limpas (Petropolou *et al.,* 2023). Estudos destacam que a exposição prolongada a poluentes atmosféricos está associada a um maior risco de doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, doenças respiratórias e câncer, afetando a qualidade de vida e a longevidade das populações (Wan *et al.,* 2023).

7.3. Implementação de tecnologias emergentes em países de baixa renda

A implementação de tecnologias emergentes em países de baixa renda representa um grande desafio, mas também uma oportunidade significativa de promover o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida (Zhang *et al.,* 2021). No entanto, a falta de recursos

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

financeiros, a escassez de acesso à internet e a necessidade de capacitação técnica ainda são obstáculos importantes. Para garantir o sucesso, é essencial a colaboração entre governos, organizações internacionais e setor privado, com foco em soluções acessíveis e escaláveis, que considerem as realidades locais e atendam às necessidades mais urgentes da população (Lamichhane; Neupane, 2022).

8. CONSIDERAÇÕES

A segurança e saúde no trabalho são fundamentais para proteger os trabalhadores e garantir a sustentabilidade das atividades produtivas. Com o tempo, a implementação de regulamentações mais rigorosas e a incorporação de novas tecnologias têm contribuído para a redução de acidentes e mortes. No entanto, os desafios continuam, principalmente com o uso crescente de tecnologias emergentes, que exigem não apenas adaptação, mas também treinamento e estratégias eficazes de gestão de riscos. Para manter um ambiente de trabalho seguro, é essencial que as práticas de segurança evoluam de forma contínua, integrando inovação, conscientização e educação. Para futuros estudos, é essencial investigar o impacto da inteligência artificial na segurança do trabalho, analisando seus benefícios e desafios. Além disso, novas tecnologias, como sensores inteligentes e automação, devem ser exploradas por seu potencial na prevenção de acidentes e na redução da exposição a riscos. Também é importante estudar a integração dessas inovações com as regulamentações existentes e sua aceitação no ambiente profissional.

REFERÊNCIAS

ABREU, N. L. *et al.* Mudanças de uso da terra e emissão de gases de efeito estufa: uma explanação sobre os principais drivers de emissão. **Ciência Ambiente & Biologia**, v. 47, p. 1-10, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cab/a/NDzFnKKntQLXqGd3hF6mTnj/?format=pdf&lang=pt.

ADYANTHAYA, S.; JOSE, M. Quality and safety aspects in histopathology laboratory. **Journal of Oral and Maxillofacial Pathology**, v. 17, n. 3, p. 402-407, 2013. DOI: 10.4103/0973-029X.125207.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Essential Practices for Managing Chemical Reactivity Hazards**. New York: Wiley, 2023.

ARANTES, M. V. C.; GUNTER, W. M. R. Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. **Química Nova**, v. 46, n. 7, p. 724-730, 2023. DOI: 10.21577/0100-4042.20230034.

ARMSTRONG, V.; KARYAKINA, N. A.; NORDHEIM, E.; ARNOLD, I.; KREWSKI, D. Overview of REACH: Issues Involved in the Registration of Metals. **Neurotoxicology,** v. 83, p. 186-198, 2021. DOI: 10.1016/j.neuro.2020.01.010.

ASGEDOM, A. A.; BRÅTVEIT, M.; MOEN, B. E. Knowledge, attitude and practice related to chemical hazards and personal protective equipment among particleboard workers in Ethiopia: a cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 440, 2019. DOI: 10.1186/s12889-019-6807-0.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

BEGEMANN, K.; GLASER, N.; DESEL, H. Vergiftungen durch chemische Stoffe und Produkte [Poisoning by chemical substances and products]. **Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz**, v. 62, n. 11, p. 1346-1353, 2019. DOI: 10.1007/s00103-019-03033-6.

BIERMANN, F. **Earth system governance**: World politics in the post-environmental age. [*S. l.: s. n.*], 2023. Disponível em: https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/426832/10.4324_9781003008873_25_chapterpdf.pdf?sequence=1. DOI: 10.4324/9781003008873-25.

BOSTAN, I. Harmonisation of standards related to limiting chemical risk associated with work processes. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 20, n. 3, p. 460-464, 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 26**: Sinalização de Segurança. Brasília: Ministério do Trabalho, 2021.

CARDER, M.; SEED, M. J.; MONEY, A.; AGIUS, R. M.; VAN TONGEREN, M. Occupational and work-related respiratory disease attributed to cleaning products. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 76, n. 8, p. 530-536, 2019. DOI: 10.1136/oemed-2018-105646.

CHEDIK, L.; BAYBEKOV, S.; COSNIER, F.; MARCOU, G.; VARNEK, A.; CHAMPMARTIN, C. An update of skin permeability data based on a systematic review of recent research. **Scientific Data**, v. 11, n. 1, p. 224, 2024. DOI: 10.1038/s41597-024-03026-4.

CRUZ, L. E.; SANTOS, V. M. Técnicas adequadas de descarte de resíduos biológicos e químicos. **Braz J Implant Health Sci.**, v. 6, n. 11, p. 1200-1219, 2024. Disponível em: https://bjihs.emnuvens.com.br/bjihs/article/view/3966.

DAMALAS, C. A.; ELEFTHEROHORINOS, I. G. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 8, n. 5, p. 1402-1419, 2011. DOI: 10.3390/ijerph8051402.

DHARA, V. R. Investigating the Medical Aspects of the World's Worst Industrial Disaster. **New Solutions**, v. 33, n. 2-3, p. 113-118, 2023. DOI: 10.1177/10482911231190583.

ELGABRY, M. Rumo à biossegurança cibernética por design: uma abordagem experimental para o design e desenvolvimento da Internet das Coisas Médicas. **Crime Science**, v. 12, p. 3, 2023. DOI: 10.1186/s40163-023-00181-8. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s40163-023-00181-8.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA). **CLP Regulation**: Training material on classification of mixtures under the CLP Regulation [Internet]. 2014 May 19-20. Available from: https://www.reach-metals.eu/uploads/pdf/clp/training-.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council**. REACH Regulation. Official Journal of the European Union, 2023. Available from: https://eur-lex.europa.eu/.

FEVRE, M. C.; VINCENT, C.; PICARD, J.; VIGHETTI, A.; CHAPUIS, C.; DETAVERNIER, M.; ALLENET, B.; PAYEN, J. F.; BOSSON, J. L.; ALBALADEJO, P. Reduced variability and execution time to reach a target with a needle GPS system: Comparison between physicians, residents and nurse anaesthetists. *Anaesthesia,* **Critical Care & Pain Medicine**, v. 37, n. 1, p. 55-60, 2018. DOI: 10.1016/j.accpm.2016.05.008.

FIOCRUZ. **Biossegurança e bioproteção, atuação da Fiocruz na qualidade e segurança das pesquisas e de atividades envolvendo agentes biológicos**. Rio de Janeiro: Fiocruz, s. d.

Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos_2/folder_ctbio_web_versao.pdf.

FLOR-UNDA, O.; FUENTES, M.; DÁVILA, D.; RIVERA, M.; LLANO, G.; IZURIETA, C.; ACOSTA-VARGAS, P. Innovative Technologies for Occupational Health and Safety: A Scoping Review. **Safety**, v. 9, n. 2, p. 35, 2023. Available from: https://doi.org/10.3390/safety9020035.

GARRALAGA, M. P.; LOMBA, L.; ZURIAGA, E.; SANTANDER, S.; GINER, B. Key Properties for the Toxicity Classification of Chemicals: A Comparison of the REACH Regulation and Scientific Studies **Trends Applied Sciences**, v. 12, n. 21, p. 11710, 2022. DOI: 10.3390/app122211710.

GENG, X.; LV, Y.; ZHAO, L.; WANG, Y. Measurement and Simulation of Risk Coupling in Port Hazardous Chemical Logistics. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 5, p. 4008, 2023. DOI: 10.3390/ijerph20054008.

GUSEVA CANU, I.; FAUST, S.; CANIONI, P.; COLLOMB, P.; SAMSON, E.; LAURIER, D. Attitude towards personal protective equipment in the French nuclear fuel industry. **Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju,** v. 64, n. 2, p. 99-107, 2013. DOI: 10.2478/10004-1254-64-2013-2289.

HE, Z.; WENG, W. Synergic effects in the assessment of multi-hazard coupling disasters: Fires, explosions, and toxicant leaks. **Journal of Hazardous Materials**, v. 388, p. 121813, 2020. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.121813.

HRVAT, N. M.; KOVARIK, Z. Counteracting poisoning with chemical warfare nerve agents. **Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju**, v. 71, n. 4, p. 266-284, dez. 2020. DOI: 10.2478/aiht-2020-71-3459.

HULME, P. E. et al. Emerging advances in biosecurity to underpin human, animal, plant, and ecosystem health. **iScience**, v. 26, n. 9, p. 107462, jul. 2023. DOI: 10.1016/j.isci.2023.107462. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107462.

ICHIHARA, G.; MATSUKAWA, T.; KITAMURA, F.; YOKOYAMA, K. Risk factors for occupational accidents in agricultural enterprises in Japan. **Industrial Health**, v. 57, n. 5, p. 627-636, 2019. DOI: 10.2486/indhealth.2017-0218.

KANG, S. K.; KIM, E. A. Occupational diseases in Korea. **Journal of Korean Medical Science**, v. 25, supl., p. S4-S12, 2010. DOI: 10.3346/jkms.2010.25.S.S4.

KEZIC, S.; NUNEZ, R.; BABIĆ, Ž.; HALLMANN, S.; HAVMOSE, M. S.; JOHANSEN, J. D.; JOHN, S. M.; MACAN, M.; SYMANZIK, C.; UTER, W.; WEINERT, P.; TURK, R.; MACAN, J.; VAN DER MOLEN, H. F. Occupational exposure of hairdressers to airborne hazardous chemicals: A scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 7, p. 4176, 2022. DOI: 10.3390/ijerph19074176.

KLITZKE, E. F.; KETZER, F.; ALMEIDA, M. O. P.; CALISTO, J. F. F.; WANCURA, J. H. C.; RODRIGUES, C. A.; OLIVEIRA, J. V.; DAL MAGRO, J. Adsorption of methane by modified-biochar aiming to improve the gaseous fuels storage/transport capacity: process evaluation and modeling. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 31, n. 36, p. 49285-49299, ago. 2024. DOI: 10.1007/s11356-024-34465-6.

KRZEMIŃSKA, S.; IRZMAŃSKA, E. Zagrożenie olejami mineralnymi na stanowiskach pracy oraz nowe rozwiązania polimerowych materiałów ochronnych w wybranych środkach ochrony indywidualnej [Exposure to mineral oils at worksites and novel solutions for polymer protective materials in selected personal protective equipment]. **Medycyna Pracy**, v. 62, n. 4, p. 435-443, 2011.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

KWON, S. C.; ROH, S. Y.; LEE, J. H.; KIM, E. A. Compensation for occupational diseases by chemical agents in Korea. **Journal of Korean Medical Science**, v. 29, supl., p. S78-S84, 2014. DOI: 10.3346/jkms.2014.29.S.S78.

LAMICHHANE, Bishal; NEUPANE, Navaraj. **Improved Healthcare Access in Low-resource Regions**: A Review of Technological Solutions. [*S. l.: s. n.*], 2022. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.10913.

LESO, V.; FONTANA, L.; IAVICOLI, I. Technological innovation in occupational safety and health: A focus on Industry 5.0. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 10, p. 1368, 2023. DOI: 10.3390/ijerph20101368.

LEVEL ONE SOLUTIONS. **NR26**: Sinalização de segurança e identificação de produtos químicos. [S. l.]: Level One Solutions, 2023. Disponível em: https://levelonesolutions.com.br/nr26-sinalizacao-de-seguranca-e-identificacao-de-produtos-quimicos/. Acesso em: 5 dez. 2024.

LÓPEZ-RODRÍGUEZ, J. D.; RÍOS-CASTILLO, R. Emerging issues in regulatory science and technology. **Journal of Regulatory Science**, v. 15, n. 4, p. 35-45, 2021.

MACHADO, M. H. *et al.* Condições de trabalho e biossegurança dos profissionais de saúde e trabalhadores invisíveis da saúde no contexto da COVID-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 10, p. 2809–2822, 2023. DOI: 10.1590/1413-812320232810.10072023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-812320232810.10072023.

MAFFINI, M. V.; RAYASAM, S. D. G.; AXELRAD, D. A.; et al. Advancing the science on chemical classes. **Environmental Health**, v. 21, supl. 1, p. 120, 2023. DOI: 10.1186/s12940-022-00919-y.

MASSOUBRE, B. Les risques chimiques au laboratoire de biologie médicale [Chemical risks in the medical biology laboratory]. **Annales de Biologie Clinique** (Paris), v. 81, n. 4, p. 356-364, 2023. DOI: 10.1684/abc.2023.1823.

McCORD, G. C.; BHARADWAJ, P.; McDOUGAL, L.; KAUSHIK, A.; RAJ, A. Long-term health and human capital effects of in utero exposure to an industrial disaster: a spatial difference-in-differences analysis of the Bhopal gas tragedy. **BMJ Open,** v. 13, n. 6, e066733, 2023. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-066733.

McGEOUGH, C. P.; MEAR, S. J.; JAMISON, T. F. A Call for Increased Focus on Reproductive Health within Lab Safety Culture. **Journal of the American Chemical Society**, v. 143, n. 32, p. 12422-12427, 2021. DOI: 10.1021/jacs.1c03725.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora NR-26**: Sinalização de Segurança. Brasilia: Ministério do Trabalho, 2020.

MÖCKEL, L.; MOHAMMADI, H.; FARHANG DEHGHAN, S. Editorial: The use of emerging technologies in occupational health and safety, volume II. **Safety,** v. 9, n. 6, p. 100, 2023. Available from: https://doi.org/10.3390/safety9060100.

MOROVÁ, M.; KRŠKOVÁ, L. Autistic-like traits in laboratory rodents exposed to phthalic acid esters during early development - an animal model of autism? **Physiological Research**, v. 70, n. 3, p. 345-361, 2021. DOI: 10.33549/physiolres.934570.

NASTASIA, I.; RIVES, R. Successful Strategies for Occupational Health and Safety in Small and Medium Enterprises: Insights for a Sustainable Return to Work. **J Occup Rehabil**, 1 dec. 2024. doi: 10.1007/s10926-024-10255-2. Epub ahead of print. PMID: 39616561.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

OLIVEIRA, S. G. de. **Estrutura normativa da segurança e saúde do trabalhador no Brasil**. [*S. l.: s. n.*], 2023. Disponível em: https://www.trt3.jus.br/escola/download/revista/rev_75/Sebastiao_Oliveira.pdf.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). [Internet]. Disponível em: https://www.ilo.org/pt-pt/resource/news/omsoit-quase-2-milh%C3%B5es-de-pessoas-morrem-cada-ano-de-causas-relacionadas-ao.

PAT, Y.; YAZICI, D.; D'AVINO, P.; LI, M.; ARDICLI, S.; ARDICLI, O.; MITAMURA, Y.; AKDIS, M.; DHIR, R.; NADEAU, K.; AGACHE, I.; OGULUR, I.; AKDIS, C. A. Recent advances in the epithelial barrier theory. **International Immunology**, v. 36, n. 5, p. 211-222, 2024. DOI: 10.1093/intimm/dxae002.

PETROPOULOU, P.; ARTOPOULOU, I.; KALEMIKERAKIS, I.; GOVINA, O. Environment and Public Health: Air Pollution and Chronic Diseases. **Environmental Sciences Proceedings**, v. 26, n. 1, p. 118, 2023. Available from: https://doi.org/10.3390/environsciproc2023026118.

PIGINI, D.; PACI, E.; GUGLIELMETTI, R.; TRANFO, G.; SPAGNOLI, M.; FETONI, A.; TRICARICO, L.; SISTO, R. Oxidative stress in occupational exposure to styrene vapors and dangerous chemicals in the shipbuilding industry. **Frontiers in Toxicology**, v. 5, 1319896, 2023. DOI: 10.3389/ftox.2023.1319896.

QU, F.; ZHENG, W. Cadmium Exposure: Mechanisms and Pathways of Toxicity and Implications for Human Health. **Toxics**, v. 12, n. 6, p. 388, 2024. DOI: 10.3390/toxics12060388.

ROIO, L. C. D.; MIZUTANI, R. F.; PINTO, R. C.; TERRA-FILHO, M.; SANTOS, U. P. Work-related asthma. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47, n. 4, e20200577, 2021. DOI: 10.36416/1806-3756/e20200577.

SANTOS, J. A.; SILVA, R. M.; OLIVEIRA, T. P. Exposição a agrotóxicos e agravos à saúde em trabalhadores agrícolas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 49, n. 1, e20240012, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbso/a/VTYRcySbwJvfYqZyByRYQxD/. Acesso em: 9 fev. 2025.

SELOV, A. V.; AKIN'SHIN, A. V.; SUROVTSV, N. A.; LUKICHEVA, T. A. Sredstva individual'noĭ zashchity pri likvidatsii posledstviĭ avariĭ na khimicheskikh predpriiatiiakh [Means of individual protection in cleaning-up consequences of accidents at chemical industries]. **Meditsina Truda i Promyshlennaia Ekologiia**, n. 7, p. 36-39, 1995.

SHIMASAKI, N.; SHINOHARA, K.; MORIKAWA, H. Performance of materials used for biological personal protective equipment against blood splash penetration. **Industrial Health**, v. 55, n. 6, p. 521-528, 2017. DOI: 10.2486/indhealth.2017-0120.

SILVA, A. G.; OLIVEIRA, M. C.; SOUZA, R. F. Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. **Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1190-1198, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/cVwbpdPmGzTFrGCBFsc368M/.

SKOWROŃ, J.; CZERCZAK, S. Rules and recent trends for setting health-based occupational exposure limits for chemicals. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health,** v. 28, n. 2, p. 243-252, 2015. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.00243.

SKOWROŃ, J.; KONIECZKO, K. Narażenie zawodowe na związki chromu(VI) [Occupational exposure to chromium(VI) compounds]. **Medycyna Pracy**, v. 66, n. 3, p. 407-427, 2015. DOI: 10.13075/mp.5893.00200.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

SLIWINSKA-KOWALSKA, M. Hearing. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 131, p. 341-363, 2015. DOI: 10.1016/B978-0-444-62627-1.00018-4.

SOUZA, F. S. et al. **Desafios de aplicação das normas de saúde e segurança no ambiente de trabalho**. [*S. l.: s. n.*], 2023. Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/[52]-DESAFIOS+DE+APLICA%C3%87%C3%83O+DAS+NORMAS+DE+SA%C3%9ADE+E+SEGURAN%C3%87A+NO+AMBIENTE+DE+TRABALHO.pdf.

SOUZA, Rayhany Kelly de; GONÇALVES, Natália; SILVA, Thiago Lopes; ECHEVARRIA-GUANILO, Maria Elena. Equipamentos de proteção individual na assistência hospitalar de enfermagem: revisão de escopo. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 31, e20210421, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2021-0421pt.

SUNDAS, A.; CONTRERAS, I.; MUJAHID, O.; BENEYTO, A.; VEHI, J. The Effects of Environmental Factors on General Human Health: A Scoping Review. **Healthcare,** v. 12, n. 21, p. 2123, 2024. DOI: 10.3390/healthcare12212123.

U.S. DEPARTMENT OF LABOR. **Occupational Safety and Health Administration (OSHA)**: Regulations (Standards - 29 CFR) [Internet]. 2022. Available from: https://www.osha.gov/.

UNITED NATIONS. UN Model. **Recommendations on the transport of dangerous goods,** v. 23, 2023. ISSN 1014-5753.

VAN WELY, E. Current global standards for chemical protective clothing: how to choose the right protection for the right job? **Industrial Health**, v. 55, n. 6, p. 485-499, 2017. DOI: 10.2486/indhealth.2017-0124.

WALLAU, W. M.; SANTOS JÚNIOR, J. A. dos. O sistema globalmente harmonizado de classificação e rotulagem de produtos químicos (GHS): uma introdução para sua aplicação em laboratórios de ensino e pesquisa acadêmica. **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 607-617, 2013. DOI: 10.1590/S0100-40422013000400021.

WAN ROZITA WAN MAHIYUDDIN, N.; ISMAIL, R.; MOHAMMAD SHAM, N.; AHMAD, N. I.; NIK MUHAMMAD NIZAM NIK HASSAN. Cardiovascular and Respiratory Health Effects of Fine Particulate Matters (PM2.5): A Review on Time Series Studies. **Atmosphere**, v. 14, n. 5, p. 856, 2023. Available from: https://doi.org/10.3390/atmos14050856.

WILLE, T.; STEINRITZ, D.; WOREK, F.; THIERMANN, H. Vergiftungen durch chemische Kampfstoffe [Chemical warfare agent poisoning]. **Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz**, v. 62, n. 11, p. 1370-1377, 2019. DOI: 10.1007/s00103-019-03035-4.

WYKE, S.; PEÑA-FERNÁNDEZ, A.; BROOKE, N.; DUARTE-DAVIDSON, R. The importance of evaluating the physicochemical and toxicological properties of a contaminant for remediating environments affected by chemical incidents. **Environment International**, v. 72, p. 109-118, nov. 2014. DOI: 10.1016/j.envint.2014.05.002.

YOU, E.; KOZMINSKI, K. G. Biosecurity in the age of Big Data: a conversation with the FBI. **Molecular Biology of the Cell**, v. 26, n. 22, p. 3894-3897, nov. 2015. DOI: 10.1091/mbc.E14-01-0027. Disponível em: https://doi.org/10.1091/mbc.E14-01-0027.

ZHANG, Chao; ZHANG, Hanxin; KHAN, Atif; KIM, Ted; OMOLEYE, Olasubomi; ABIONA, Oluwamayomikun; LEHMAN, Amy; OLOPADE, Christopher O.; OLOPADE, Olufunmilayo I.; LOPES, Pedro; RZHETSKY, Andrey. **Lightweight Mobile Automated Assistant-to-physician for Global Lower-resource Areas**. [*S. l.: s. n.*], 2021. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.15127.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ZHOU, D. et al. Biosafety and biosecurity. **Journal of Biosafety and Biosecurity**, v. 1, n. 1, p. 15-18, mar. 2019. DOI: 10.1016/j.jobb.2019.01.001. Epub 20 fev. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jobb.2019.01.001.