



INDUSTRIA 4.0: TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
INDUSTRY 4.0: TECHNOLOGIES FOR WORKPLACE SAFETY MANAGEMENT IN THE MANUFACTURING INDUSTRY

GUEDES, Ramon Almeida Pereira¹

RESUMO

Este artigo é uma revisão da aplicação de tecnologias derivadas da Indústria 4.0 na gestão da saúde e segurança ocupacional, com o objetivo de reduzir a ocorrência de acidentes na indústria de transformação. A pesquisa se dedica a examinar a complexidade dos riscos e acidentes, e como a segurança no trabalho pode ser aprimorada por meio das inovações tecnológicas e seus impactos no cenário gerencial. O estudo demonstra de forma clara e consistente como a aplicação de avanços tecnológicos pode desempenhar um papel crucial na proteção dos trabalhadores em ambientes industriais potencialmente perigosos. São abordados aspectos relacionados aos dispositivos de segurança, às tecnologias integradas nesses dispositivos e sua contribuição para a redução de acidentes de trabalho, incluindo a aplicação de automação, robótica, e inteligência artificial na indústria. A pesquisa enfatiza a importância da segurança social do operador em situações de interação com máquinas e sistemas automatizados. Nesse contexto, destaca-se a relevância de programas de treinamento contínuo e do uso de realidade virtual e aumentada para melhorar a capacitação dos funcionários em situações de risco. Por fim, o estudo também avalia cuidadosamente o impacto da introdução de novas tecnologias na gestão de saúde e segurança ocupacional, com um foco particular na indústria de transformação, demonstrando como essas inovações podem transformar as práticas tradicionais e promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente. **Palavras-chave:** Saúde. Segurança. Indústria 4.0.

ABSTRACT

This article is a review of the application of technologies derived from Industry 4.0 in the management of occupational health and safety, with the aim of reducing the occurrence of accidents in the manufacturing industry. The research is dedicated to examining the complexity of risks and accidents, and how occupational safety can be improved through technological innovations and their impacts on the management scenario. The study clearly and consistently demonstrates how the application of technological advances can play a crucial role in protecting workers in potentially hazardous industrial environments. Aspects related to safety devices, the technologies integrated into these devices and their contribution to the reduction of occupational accidents are addressed, including the application of automation, robotics, and artificial intelligence in the industry. The research emphasizes the importance of the social

¹ Engenheiro Eletricista/Civil. Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho na Faculdade FaSouza. Email: guedes.engenharia2017@gmail.com

safety of the operator in situations of interaction with machines and automated systems. In this context, the relevance of continuous training programs and the use of virtual and augmented reality to improve employee training in risk situations is highlighted. Finally, the study also carefully assesses the impact of introducing new technologies on occupational health and safety management, with a particular focus on the manufacturing industry, demonstrating how these innovations can transform traditional practices and promote a safer and more efficient work environment.

Keywords: Health. Safety. Industry 4.0.

INTRODUÇÃO

A utilização de novas tecnologias na segurança do trabalho é essencial em todas as áreas profissionais, e na indústria de transformação essa necessidade é quantitativamente evidente. A adoção de práticas de segurança do trabalho nesse setor vai além do cumprimento de normas e regulamentações. Este estudo, portanto, se propõe a analisar as repercussões da gestão de segurança do trabalho na indústria de transformação, avaliar o cenário atual e as perspectivas futuras da Segurança do Trabalho, e explorar como as novas tecnologias podem contribuir para a criação de um ambiente profissional mais seguro e eficiente. As inovações tecnológicas desempenham um papel fundamental no aumento da eficácia das equipes de Saúde e Segurança do Trabalho (SST). Tecnologias como drones, juntamente com a coleta e análise de grandes volumes de dados, “Big Data”, têm potencial para melhorar a qualidade das informações disponíveis, resultando em decisões mais assertivas e na mitigação de riscos. Dada a importância econômica e social desse setor, é crucial entender os desafios e adotar as práticas mais inovadoras para ampliar a proteção dos trabalhadores e promover a sustentabilidade nas operações industriais. Entre os principais desafios enfrentados pela indústria de transformação, destaca-se o fato de que embora os custos dos processos industriais tenham diminuído, a fase de montagem dos produtos ainda depende fortemente de atividades manuais. Essa fase, por sua natureza, apresenta um risco maior de acidentes. Como resposta a esse desafio, a automação das operações manuais vem sendo gradualmente integrada, principalmente através do uso de robótica.

A pesquisa tem como objetivo explorar tecnologias que possam impactar significativamente a Gestão de Segurança do Trabalho na indústria de transformação,

destacando suas vantagens e benefícios. Além disso, busca-se desenvolver políticas mais efetivas e flexíveis, capazes de proporcionar uma maior prevenção de acidentes. Este estudo se justifica pela necessidade urgente de reduzir o elevado índice de acidentes nas operações industriais, identificando e aplicando dispositivos de segurança inovadores que possam ser implementados de forma eficaz no setor de transformação.

1. GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA INDÚSTRIA

A transformação da indústria, conforme Coelho (2016), por meio de tecnologias facilitadoras, conhecida como Indústria 4.0, traz profundas mudanças na sociedade, economia e valores. As oportunidades e riscos da Indústria 4.0, como a automação, a inteligência artificial e a internet das coisas, possibilitam estratégias para que as empresas se preparem para o futuro, incluindo a necessidade de investir em inovação, capacitação dos trabalhadores e adaptação dos modelos de negócio.

A prevenção de acidentes, o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), a gestão de riscos e a responsabilidade legal dos empregadores e trabalhadores são ferramentas essenciais para a implementação de programas eficazes de segurança no trabalho. A segurança do trabalho não é apenas uma obrigação legal, mas também um investimento em produtividade e competitividade. A adoção de práticas seguras e o uso de EPIs contribuem para reduzir o número de acidentes, aumentar a eficiência e melhorar a qualidade dos processos e produtos.

Atualmente, algumas ferramentas são utilizadas para o gerenciamento e controle da qualidade e igualmente para controle dos riscos presentes em um ambiente de trabalho. (...). Evidencia-se que a Segurança do trabalho junto à Qualidade contribui para aumento da produtividade, Qualidade de Vida, Qualidade do Produto e conseqüentemente para o retorno financeiro (SILVA, 2011, p. 1).

Pinto e Campos (2020), destacam, que a prevenção de acidentes na indústria é uma responsabilidade de todos os envolvidos no processo. A Norma Regulamentadora 12, é um marco na redução das ocorrências no campo fabril, e oferece um conjunto de medidas e práticas que se implementadas corretamente podem reduzir significativamente os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos. Essa norma é, portanto, um instrumento fundamental para garantir a segurança e a

saúde do trabalho, por medidas simples como inventários de máquinas, além de fornecer ferramentas para análise de risco em sistemas de proteção e em atividades de operação, inspeção e manutenção de equipamentos.

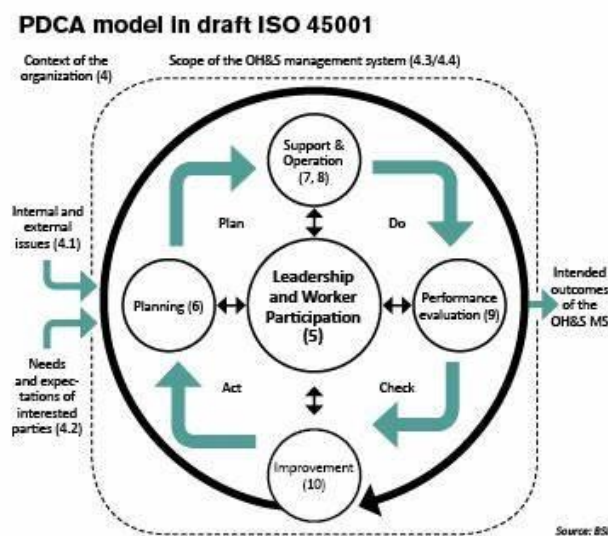
Ainda segundo Pinto e Campos (2020), indústria metalúrgica apresenta particularidades e pode se beneficiar das experiências e aprendizados obtidos com a implementação da NR-12. A adaptação das diretrizes da NR-12 à realidade do setor industrial é fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores e a conformidade com a legislação trabalhista.

Na visão de Silva et al. (2021), a crescente digitalização da indústria, embora traga inúmeros benefícios em termos de eficiência e produtividade, introduz também novos desafios para a segurança do trabalho. A implementação de tecnologias como a Inteligência Artificial e a Internet das Coisas, por exemplo, pode gerar riscos cibernéticos, falhas de software e dependência de sistemas complexos. Além disso, a automação de processos pode levar à diminuição da percepção de risco por parte dos trabalhadores, uma vez que as tarefas mais perigosas são transferidas para as máquinas. A interação homem-máquina, cada vez mais presente nos ambientes de trabalho, exige uma nova abordagem em termos de ergonomia e design, a fim de evitar lesões por esforço repetitivo e outros problemas de saúde.

Continuando, Silva et al. (2021), ressaltam que apesar dos novos riscos, a digitalização oferece também grandes oportunidades para a prevenção de acidentes. O uso de sensores IoT, por exemplo, permite monitorar em tempo real condições como temperatura, umidade e vibração, identificando potenciais problemas antes que se transformem em acidentes. A Inteligência Artificial pode ser utilizada para analisar grandes volumes de dados e identificar padrões que indicam a ocorrência de eventos perigosos. No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta diversos desafios, como a necessidade de investimentos significativos, a resistência à mudança por parte dos trabalhadores e a falta de profissionais qualificados. A NR-12, por sua vez, precisa ser constantemente atualizada para acompanhar as rápidas transformações tecnológicas, estabelecendo requisitos mínimos de segurança para as novas tecnologias e garantindo a proteção dos trabalhadores em ambientes cada vez mais complexos.

Neste contexto de inovação tecnológica aplicada a Segurança do Trabalho, a ISO 45001 deve ser o ponto focal para um Sistema de Gestão de Segurança do Trabalho inovador. A norma internacional direciona as organizações na criação de um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho, promovendo a melhoria contínua dos processos e condições de trabalho (Figura 1).

Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de ISO 45001 Sistema de gestão da segurança e saúde ocupacional: requisitos com orientação de uso

A segurança do trabalho na indústria metalúrgica deve ir além do cumprimento da legislação. Ao investir em um ambiente de trabalho seguro, as empresas podem aumentar sua produtividade e reduzir custos, uma vez que a prevenção de acidentes contribui para um melhor clima organizacional, e diminuir as perdas por afastamento dos trabalhadores.

1.1. NOVAS TECNOLOGIAS EM SST

Aragão (2022) defende que a inovação tecnológica, como a realidade virtual, aliada a treinamentos robustos e à análise de dados, pode revolucionar a gestão da saúde e segurança do trabalho na indústria. Essa combinação proporciona ferramentas eficazes para capacitar os trabalhadores e prevenir acidentes. Uma

abordagem multidisciplinar para a gestão da saúde e segurança do trabalho, combinando treinamentos tradicionais com tecnologias emergentes, como a realidade virtual, e a análise de grandes volumes de dados (Big data). Essa integração permite identificar e mitigar riscos de forma mais eficiente.

A Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, representa a integração de tecnologias digitais avançadas no ambiente industrial. (...). Isso contribui para otimizar a utilização de recursos e minimizar desperdícios. Além disso, ela também está impulsionando a criação de novos modelos de negócios, como serviços de manutenção preditiva, monitoramento remoto e produção sob demanda (PIRES, 2024, p.1.).

No estudo de Forno et al. (2022), a aplicação da realidade aumentada (RA) no contexto industrial tem sido objeto de estudo em diversos países. Essa tecnologia vai além de vídeos imersivos e oferece a possibilidade de interagir e transformar o ambiente digitalmente. Ao utilizar dispositivos como óculos de RA, é possível “tocar” e modificar o que vemos, ouvimos e sentimos, criando uma nova realidade. Um dos principais focos da RA na indústria é o desenvolvimento de treinamentos imersivos.

Ainda conforme Forno et al. (2022), setores como o automotivo, aeroespacial e eletrônico utilizam a RA para treinar funcionários. Imagine técnicos praticando a montagem de componentes virtualmente antes de lidar com peças reais. Essa imersão proporcionada pela RA aumenta a eficácia do treinamento e reduz erros. Além disso, a RA está integrada à transformação digital das empresas. A criação de protótipos virtuais é um exemplo dessa integração. Engenheiros podem visualizar e testar produtos em ambientes virtuais antes da produção física, economizando tempo e recursos.

Coelho (2016) postula que a Manufatura 4.0 representa uma profunda transformação na indústria, caracterizada pela integração de tecnologias avançadas e pela otimização dos processos produtivos. Nesse contexto, as fábricas se tornam sistemas inteligentes e flexíveis, capazes de responder rapidamente às demandas do mercado e de agregar valor em toda a cadeia de suprimentos.

1.2. A INDÚSTRIA 4.0 E A SST

A indústria 4.0, como apontam Silva et al. (2021), é impulsionada por um conjunto de tecnologias convergentes, como sistemas computacionais, internet das coisas e inteligência artificial. Essas tecnologias permitem a criação de fábricas inteligentes, capazes de se adaptar às mudanças do mercado e de otimizar a utilização de recursos. A internet das coisas, a análise de dados, a nuvem e o aprendizado de máquina são pilares fundamentais da indústria 4.0. Essas tecnologias, quando integradas, possibilitam a criação de sistemas de produção mais flexíveis, eficientes e personalizados.

A pesquisa de Lopes et al. (2020) evidencia a transformação da segurança em trabalhos em altura, impulsionada pela convergência de tecnologias como inteligência artificial e drones. Essa combinação permite análises mais precisas dos riscos, possibilitando a criação de soluções inovadoras que vão além dos métodos tradicionais. Drones equipados com sensores e câmeras, por exemplo, permitem inspeções detalhadas em áreas de difícil acesso, reduzindo a exposição dos trabalhadores a riscos e otimizando as operações. A inteligência artificial, por sua vez, permite a análise de grandes volumes de dados coletados pelos drones, possibilitando a identificação de padrões complexos e a previsão de riscos, tornando os ambientes de trabalho mais seguros e eficientes.

A automatização de tarefas manuais, como apontado por Silva et al. (2021), não se limita à redução de custos. A implementação de robôs em ambientes de trabalho, aliada a medidas de segurança eficazes, pode gerar uma série de benefícios, como a melhoria da qualidade dos produtos, a otimização dos processos e especialmente a segurança laboral. A necessidade de projetar interações homem-robô que priorizem tanto o bem-estar físico, quanto cognitivo dos operadores, minimizando os riscos de acidentes e garantindo um ambiente de trabalho seguro e eficiente devem ser o foco da indústria moderna. Ao automatizar tarefas manuais e promover a colaboração entre humanos e robôs, é possível otimizar os processos produtivos e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

Teixeira et al. (2019) defendem que a automação de tarefas por meio do aprendizado de máquina e da inteligência artificial deve priorizar o bem-estar e a

segurança dos colaboradores, garantindo que a máquina seja uma ferramenta a serviço do homem e não o contrário. Ainda, é fundamental garantir que essa automação seja feita de forma ética e responsável, priorizando o bem-estar dos trabalhadores e evitando a substituição completa da mão de obra humana.

Petz, Eibensteiner e Langer (2021) apresentam uma nova perspectiva para a segurança do trabalho, propondo a integração de sensores aos equipamentos de proteção individual. Essa inovação permite monitorar em tempo real as condições de trabalho, coletando dados precisos sobre os movimentos e as posições dos trabalhadores. A análise desses dados possibilita a identificação de riscos, a avaliação da eficiência dos processos e a otimização das condições de trabalho, contribuindo para a criação de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis (Figura 2).

Figura 2 – Inovações na indústria 4.0



Fonte: Rvsis (2019)

Fonte: Adaptado de <https://www.linkedin.com/pulse/o-impacto-da-tecnologia-na-ind%C3%BAstria-40-e-sst-elaine-graziela/>

A pesquisa de Silva et al. (2021) revela que a implementação de novas tecnologias na indústria, embora promissora, apresenta desafios sociais relevantes. A automação pode levar à perda de empregos, especialmente para aqueles com menor qualificação. A necessidade de atualização constante das habilidades da força de trabalho exige investimentos em educação e treinamento, o que pode gerar um custo adicional para as empresas e para os trabalhadores. A automação e a digitalização

podem levar à redução de alguns tipos de empregos, mas também podem gerar novas oportunidades. É fundamental que as empresas invistam em treinamento e desenvolvimento de seus colaboradores, além de desenvolver políticas de transição para minimizar os impactos sociais da tecnologia.

A análise de Coutinho (2009) sobre a reestruturação do trabalho em virtude do avanço tecnológico nos revela um cenário complexo e desafiador. A tecnologia não apenas automatiza tarefas, mas também reconfigura a natureza do trabalho, demandando novas habilidades e competências dos trabalhadores. A adaptação contínua e o desenvolvimento de novas habilidades são essenciais para que os profissionais possam acompanhar as mudanças do mercado de trabalho e garantir sua empregabilidade. A combinação de habilidades técnicas com habilidades sociais e emocionais é cada vez mais valorizada, tornando o capital humano um diferencial competitivo nas empresas.

1.3. ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA EXPANSÃO DA INOVAÇÃO

Conforme dados do Ministério da Previdência Social (2023), o Brasil registrou uma redução significativa de 25,6% nos acidentes de trabalho na última década, passando de 720.629 ocorrências em 2011 para 536.174 em 2021. Essa queda demonstra um avanço nas condições de segurança nas empresas e reflete os esforços em atualizações para a prevenção de acidentes. No entanto, a pandemia da COVID-19 impactou os dados mais recentes, com um aumento nos afastamentos por doenças do trabalho em 2020 e 2021.

Como apresentado da Quadro 1, a indústria não foi a área mais afetada. O setor de Atendimento Hospitalar se destacou com maiores números de ocorrências de acidentes de trabalho em 2021, seguido pelo Comércio Varejista e pela Administração Pública.

Quadro 1 – Acidentes de Trabalho por CNAE - 2021

Total de Acidentes do Trabalho por CNAE - 10 Maiores Ocorrências - 2021

Ano	Total	Com CAT			Doença do Trabalho	Sem CAT
		Total	Típico	Trajeto		
TOTAL	536.174	464.967	349.393	96.226	19.348	71.207
8610 - Atividades de atendimento hospitalar	62.852	59.808	45.409	8.461	5.938	3.044
4711 - Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios hipermercados	19.788	17.016	12.973	3.915	128	2.772
8411 - Administração pública em geral	14.925	12.364	8.767	1.945	1.652	2.561
4930 - Transporte rodoviário de carga	14.735	12.986	9.768	3.054	164	1.749
1012 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	11.722	10.223	8.919	995	309	1.499
4120 - Construção de edifícios	10.641	9.189	7.719	1.362	108	1.452
5611 - Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas	7.694	7.136	4.970	2.081	85	558
8630 - Atividades de atenção ambulatorial executadas por médicos e odontólogos	6.508	6.251	4.174	1.546	531	257
3811 - Coleta de resíduos não-perigosos	6.350	5.819	5.109	665	45	531
4744 - Comércio varejista de ferragens, madeira e materiais de construção	5.776	5.282	4.058	1.158	66	494

Fonte: AEAT - InfoLogo; Elaboração: CGMBI/DPSSO/SRGPS-MPS.

[1] Dados de 2021 sujeitos a revisão posterior

Fonte: [https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20\(19.788\).](https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20(19.788).)

Ainda conforme dados do Ministério da Previdência (2023), apesar da redução geral nos acidentes de trabalho, um estudo do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) de 2021 revela disparidades significativas. Enquanto 352.099 homens sofreram acidentes (15,1 por mil empregados), 182.754 mulheres foram vítimas (9,8 por mil), evidenciando uma taxa ligeiramente superior entre as mulheres. No entanto, a pandemia da COVID-19 trouxe um novo cenário: em 2020 e 2021, as mulheres superaram os homens em número de afastamentos por doenças relacionadas ao trabalho, com destaque para a área da saúde, especialmente a enfermagem.

Os dados de 2021 mostram uma queda nos acidentes de trabalho com afastamento por incapacidade permanente, passando de 16.556 em 2019 para 5.664 em 2021. Contudo, os óbitos por acidentes aumentaram, saltando de 2.132 em 2020 para 2.556 em 2021. A maior parte dos acidentes resultou em afastamentos de curta duração (64,1% por menos de 15 dias), e as mulheres, embora em menor número,

apresentaram uma taxa de acidentes por doença do trabalho superior à dos homens (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2023).

Comparando os dados de 2019 e 2021, nota-se uma redução de 65,8% nos acidentes com afastamento por incapacidade permanente entre os homens e de 64,2% entre as mulheres. No entanto, os óbitos aumentaram 19,9% no mesmo período. A pandemia da COVID-19 intensificou os riscos para os trabalhadores da saúde, especialmente as mulheres, que representaram 60% dos afastamentos por doença do trabalho em 2021. Esses dados exigem uma análise aprofundada das causas e a implementação de medidas para prevenir acidentes e proteger a saúde dos trabalhadores (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2023).

Apesar desses desafios, a tendência geral é positiva, indicando a necessidade de manter e intensificar as ações de prevenção para garantir um ambiente de trabalho mais seguro para todos os trabalhadores brasileiros. Contudo, agora não podemos mais manter o foco apenas na indústria de transformação e na construção civil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foi possível perceber a importância crescente das novas tecnologias na Gestão de Segurança do Trabalho, especialmente dentro do contexto da Indústria 4.0. O avanço tecnológico tem proporcionado ferramentas inovadoras que não só melhoram a eficácia dos processos de segurança, mas também permitem uma abordagem mais preventiva e proativa na proteção dos trabalhadores.

Um dos principais aprendizados desta pesquisa é que, apesar de avanços significativos, ainda há áreas que necessitam de maior atenção e desenvolvimento, como a adaptação tecnológica às particularidades de diferentes setores industriais. Observou-se que a utilização de drones, robótica, automação, e análise de grandes volumes de dados têm desempenhado um papel crucial na identificação de riscos e na resposta rápida a incidentes. Essas tecnologias têm mostrado um grande potencial na redução de acidentes e na minimização dos danos, tanto em termos de gravidade quanto de frequência.

Os dados analisados revelam que, embora os acidentes de trabalho ainda sejam uma preocupação significativa, especialmente entre os homens, há uma

tendência positiva em certos aspectos, como a redução de incapacidades permanentes. Contudo, o aumento no número de óbitos em 2021 destaca a necessidade urgente de reforçar a aplicação dessas novas tecnologias para mitigar riscos fatais.

A pesquisa também aponta que, embora as tecnologias emergentes tenham contribuído para uma redução nos acidentes de trabalho, a aplicação ainda é desigual entre diferentes grupos, como visto na maior incidência de doenças do trabalho entre as mulheres. Esse aspecto sugere a necessidade de personalização das tecnologias para diferentes contextos e setores, visando um impacto mais equitativo.

Entretanto, é importante reconhecer as limitações deste estudo, como a restrição de dados a períodos específicos e a necessidade de maior análise longitudinal para observar tendências mais amplas. Futuras pesquisas poderiam se beneficiar da incorporação de estudos de caso específicos, além de um enfoque em como as tecnologias podem ser adaptadas para diferentes ambientes de trabalho, atendendo às necessidades específicas de cada grupo de trabalhadores.

Em conclusão, os objetivos estabelecidos inicialmente foram amplamente atingidos, demonstrando que as novas tecnologias têm um papel vital na transformação da gestão de saúde e segurança do trabalho. No entanto, a evolução contínua dessas ferramentas e a adaptação às novas necessidades serão essenciais para garantir um ambiente de trabalho cada vez mais seguro e saudável para todos.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ISO 45001: Sistema de gestão da segurança e saúde ocupacional: requisitos com orientação de uso. Brasília: ABNT/ ISO, 2018. Norma técnica.

ARAGÃO, Katyana. Big Data melhora saúde e segurança no trabalho. Sebrae, 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/trabalho/big-data-melhora-saude-e-seguranca-no-trabalho/>. Acessado em: 10 jul. 2024. Artigo especializado.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo à Indústria 4.0. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade de Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia. Coimbra, Portugal, 2016. 62 pág.

COUTINHO, M. C. Sentidos do trabalho contemporâneo: as trajetórias identitárias como estratégia de investigação. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, v. 12, n. 2, p. 189-202, 2009. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/cpst/article/view/25749>. Acessado em: 23 jun. 2024.

FORNO, Ana Julia Dal; PINHEIRO, Beatriz Picinin; BIZELLO, Giovana Ferreira; MORAES, Jacqueline Rodrigues. Realidade aumentada aplicada na indústria: uma análise na literatura sobre aplicações, benefícios e desafios. In: X Simpósio De Engenharia De Produção, 10., 2022. Anais [...]. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida, 2022. ISSN: 2318-9258. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32795>.

LOPES, A., B., de Jesus Santos, J., dos Santos Barros, L. I., Ferreira Lima, M. L., & Cardoso de Almeida, T. (2020). Segurança No Trabalho: O Papel Das Novas Tecnologias Nos Trabalhos Em Altura. *Revista De Direito Do Trabalho, Processo Do Trabalho E Direito Da Seguridade Social*, 1(1). Recuperado de

<https://revista.laborjuris.com.br/laborjuris/article/view/34>. Acessado em: 03 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL (2023). Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) de 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20\(19.788\)](https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20(19.788)). Acessado em 09 ago. 2024. Artigo especializado.

PETZ, P., Eibensteiner, F., & Langer, J. (2021). Sensor Shirt as a Universal Platform for Real-Time Monitoring of Posture and Movements for Occupational Health and Ergonomics. *Procedia Computer Science*, 180, 200–207. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.157>. Acessado em 10 jun.2024.

PINTO, João Baptista Beck; CAMPOS, Armando. NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos: gerenciando riscos. São Paulo: Senac São Paulo. 2020. Livro completo.

PIRES, L. (2024). Indústria 4.0: definição, tecnologias e impactos positivos e negativos. Disponível em: <https://www.sensio.com.br/blog/industria-4-0-definicao-tecnologias-e-impactos-positivos-e-negativos>. 2024. Acessado em: 09 jul. 2024.

SILVA, C. M. M. da, Silva, M. A. G. da, Pereira, A. S., Franz, L. A. dos S., & Bemvenuti, R. H. (2021). Utilização das tecnologias da indústria 4.0 na segurança e saúde do trabalhador: uma revisão sistemática da literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(5), 252–268. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v7i5.37022>. Acessado em: 15 jul.2024.

SILVA, S. (2011). Pedagogia do ressentimento: o otimismo nas concepções e nas práticas de ensino. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, [92\(230\)](#). p. [107-125](#).

Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.92i230.555>. Acessado em 18 jul.2024..

TEIXEIRA, R. L. P., Teixeira, C. H. S. B., Brito, M. L. de A., & Silva, P. C. D. (2019). Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil/ The discussions about the challenges of steel industry 4.0 in Brazil. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 28290–28309. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-016>. Acessado em: 23 jul.2024.