



Organização
Internacional
do Trabalho

Relatório global

r e v o l u c i o n a r a *segurança e saúde no trabalho:*

O papel da IA
e da digitalização.



Relatório global

r e v o l u c i o n a r a *segurança e saúde no trabalho:*

O papel da IA
e da digitalização.



© Organização Internacional do Trabalho 2025.

Publicado pela primeira vez em 2025.



Este trabalho está licenciado ao abrigo da *Creative Commons Attribution 4.0 International License*. Ver: creativecommons.org/licenses/by/4.0. É permitida a reprodução, partilha (cópia e distribuição), adaptação (composição, alteração e transformação para criar um trabalho derivado), de acordo com o descrito na licença. O utilizador deve claramente indicar que a OIT é a fonte da obra e se foi feita qualquer alteração ao conteúdo original. Não é permitida a associação do símbolo, nome e logótipo da OIT a traduções, adaptações ou outros trabalhos derivados.

Atribuição – O utilizador deve indicar se foram feitas alterações e citar o trabalho como se segue: *Revolucionar a segurança e saúde no trabalho: O papel da IA e da digitalização*, Genebra: Organização Internacional do Trabalho, 2025, © OIT.

Traduções – Tratando-se de uma tradução deste trabalho, a isenção de responsabilidade deve ser acompanhada da menção da fonte da obra: *Esta é uma tradução de um trabalho sob licença da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Esta tradução não foi realizada, revista ou aprovada pela OIT e não deve ser considerada uma tradução oficial da OIT. A OIT está isenta de qualquer responsabilidade pelo conteúdo e precisão da tradução. A responsabilidade recai exclusivamente sobre o/a autor/a(s) ou autores/as da tradução.*

Adaptações – Tratando-se de uma adaptação deste trabalho, a isenção de responsabilidade deve ser acompanhada da menção da fonte da obra: *Esta é uma adaptação de um trabalho sob licença da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Esta adaptação não foi realizada, revista ou aprovada pela OIT e não deve ser considerada uma adaptação oficial da OIT. A OIT está isenta de qualquer responsabilidade pelo conteúdo e precisão da adaptação. A responsabilidade recai exclusivamente sobre o/a autor/ar(s) ou autores/as da adaptação.*

Obras de terceiros – Esta licença *Creative Commons* não se aplica a obras com direitos autorais não pertencentes à OIT incluídas nesta publicação. Se o material for atribuído a terceiros, o utilizador desse material é o responsável único pela obtenção das autorizações necessárias junto do titular dos direitos e por qualquer alegada violação.

Qualquer conflito relativo a esta licença que não possa ser resolvido de forma amigável será submetido à arbitragem de acordo com as Regras de Arbitragem da Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional (UNCITRAL). As partes estarão vinculadas por qualquer sentença arbitral proferida em resultado dessa arbitragem como decisão final desse conflito.

As dúvidas relativas a direitos autorais e licenças devem ser enviadas para rights@ilo.org. Podem ser obtidas informações sobre as publicações e os produtos digitais da OIT em: www.ilo.org/publns.

ISBN: 9789220420584 (PDF web)

Também disponível em inglês: *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work*, ISBN: 9789220417706 (impresso), 9789220417713 (PDF web); francês: *Révolutionner la santé et la sécurité: le rôle de l'IA et de la numérisation au travail*, ISBN: 9789220417720 (impresso); 9789220417737 (PDF web) e em espanhol: *Revolución de la seguridad y salud: Papel de la IA y la digitalización en el trabajo*, 9789220417744 (impresso); 9789220417751 (PDF web).

As designações constantes das publicações e das bases de dados da OIT, que estão em conformidade com a prática seguida pelas Nações Unidas, e a apresentação do material nelas contido, não significam a expressão de qualquer juízo de valor por parte da OIT em relação ao estatuto jurídico de qualquer país, zona ou território ou das suas autoridades, ou à delimitação das suas fronteiras ou limites.

As opiniões e pontos de vista expressos nesta publicação pertencem aos/às autores/as e não refletem necessariamente as opiniões, pontos de vista ou a política da OIT.

A referência ou a não referência a nomes de empresas, produtos ou processos comerciais não implica qualquer apreciação favorável ou desfavorável por parte da OIT.



Agradecimentos

Este relatório foi preparado por Manal Azzi e Dafne Papandrea, com o apoio de Lacye Gronening e Nour Kabbara. Agradecemos a Natasha Scott a realização da investigação inicial e a proposta de um projeto preliminar do relatório. Agradecimentos especiais também a Balint Nafradi, Wafaa Alzaanin e Lucia Risueno Navarro pelo seu apoio.

A estrutura e o foco do presente relatório foram baseados no trabalho efetuado nos últimos dois anos pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA). O relatório também beneficiou das contribuições e revisões dos especialistas Vibe Westh, Maurizio Curtarelli, Emmanuelle Brun e Enrique Fernandez-Macias da EU-OSHA.

O nosso reconhecimento é extensivo a Ignacio Gonzalez Vazquez (Centro Comum de Investigação, União Europeia), Sara Copsey e Cesira Urzi (peritos independentes), Dr. Alessio Bertolini (Universidade de Oxford), Kyrillos Spyridopoulos (ECORYS), Aude Cefaliello (Instituto Sindical Europeu), Sascha Wischniewski e Patricia Roschniewski (Instituto Sindical Europeu). Alessio Bertolini (Universidade de Oxford), Kyrillos Spyridopoulos (ECORYS), Aude Cefaliello (Instituto Sindical Europeu), Sascha Wischniewski e Patricia Helen Rosen (Instituto Federal para a Segurança e Saúde no Trabalho (SST), Alemanha), Nadia Echchihab (SafetyTech Accelerator) e Theo Bodin (Karolinska Institutet) pelos seus valiosos contributos.

Agradecemos a revisão e o contributo dos colegas do Bureau para as Atividades dos Trabalhadores (ACTRAV), do *Bureau* para as Atividades dos Empregadores (ACT/EMP), do Departamento de Investigação da OIT (Research), do Departamento Mercados de Trabalho Inclusivos, Relações Laborais e Condições de Trabalho (INWORK) e da Unidade de Diálogo Social, Relações Laborais e Governação do Trabalho (LABGOV). Gostaríamos de agradecer em particular a Uma Rani, Janine Berg, Catherine Saget, Daniel Samaan, Tahmina Karimova e Sevane Ananian (Research) Anarosa Pesole e Nuno Meira Simões Cunha (INWORK) e Tvisha Shroff (LABGOV) pelo seu valioso contributo e apoio.

Agradecemos aos colegas da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) em Genebra e sediados nos restantes, escritórios, especialmente a Claude Loiselle, Felix Martin Daza, Carmen Bueno, Tzvetomira Radoslavova, Yuka Ujita e Tsuyoshi Kawakami, pela sua revisão, contributos e exemplos de boas práticas.

Por último, agradecemos aos colegas do Fundo Vision Zero (Ockert Dupper, Paul Wallot, Yessica Calvario e Schneider Guataqui Cervera) pelo seu contributo e apoio.



Índice

Agradecimentos	iii
Lista de abreviaturas	v
Sumário Executivo	1
► 1. A digitalização está a transformar a segurança e a saúde no trabalho	5
1.1 Automatização e robótica avançada	6
1.2 Ferramentas inteligentes de SST e sistemas de monitorização	17
1.3 Realidade expandida e virtual	24
1.4 Gestão por algoritmos do trabalho	28
1.5 Alterar as modalidades de trabalho através da digitalização	32
► 2. Abordar a SST na era digital: Políticas, lacunas, e iniciativas colaborativas	39
2.1 Esforços mundiais para garantir um trabalho seguro e saudável na transição digital	40
2.2 Iniciativas regionais que podem contribuir para melhorias na SST através da digitalização	44
2.3 Quadros nacionais para a governação da SST e a digitalização	48
2.4 Gestão da digitalização e da SST nos locais de trabalho	62
Principais conclusões	66
Referências	71



Lista de abreviaturas

COBOT	Robô colaborativo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GA	Gestão por algoritmos
IA	Inteligência artificial
IOE	Organização Internacional dos Empregadores
IoT	Do inglês, <i>Internet of Things</i> - Internet das Coisas
NIOSH	Instituto Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho (Estados Unidos da América)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
PME	Pequenas e Médias Empresas
RA	Realidade aumentada
RV	Realidade virtual
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
UAV	Do inglês, <i>Unmanned aerial vehicle</i> - Veículo Aéreo Não Tripulado
UE	União Europeia
XR	Do inglês, <i>Extended Reality</i> - Realidade Expandida





Sumário Executivo



De que modo a digitalização está a transformar a segurança e a saúde no trabalho?

Em milhões de empregos por todo o mundo são já bastante evidentes os impactos da digitalização e da automatização, representando uma oportunidade sem precedentes para a melhoria das condições de segurança e saúde nos locais de trabalho. A automatização e os sistemas inteligentes de monitorização podem contribuir para reduzir a exposição profissional a diferentes perigos, prevenir acidentes e melhorar as condições de trabalho de uma maneira geral.

Não obstante são necessárias políticas e práticas proativas que abordem os potenciais riscos da introdução dessas tecnologias.

- **A automatização e a robótica avançada** têm vindo a reconfigurar as tarefas físicas e cognitivas, reduzindo a exposição das pessoas a ambientes perigosos e lesões devido a movimentos repetitivos. As eventuais preocupações relacionadas com a introdução dessas tecnologias, deverão incluir abordagens para evitar e gerir falhas mecânicas, juntamente com riscos ergonómicos, físicos (o ruído, por exemplo) e psicossociais.
- **Ferramentas inteligentes de Segurança e Saúde no Trabalho e sistemas de monitorização**, nomeadamente sensores de dados alimentados por IA e dispositivos ou equipamentos vestíveis, permitem a deteção de perigos em tempo real, avaliações de risco preditivas e gestão proativa da SST. Garantir a usabilidade e a adequabilidade às características dos trabalhadores, a proteção da privacidade e a prevenção do stress, gerado pela vigilância permanente é absolutamente essencial.
- **As realidades virtuais e aumentada** têm o potencial de transformar as aprendizagens na formação através de simulações imersivas facilitando o reconhecimento de perigos e na preparação e resposta a emergências. Contudo, estas tecnologias podem introduzir novos riscos relacionados com visibilidade reduzida ou bloqueada, problemas de equilíbrio, tensão visual e sobrecarga, que devem ser geridos de forma adequada.
- **A gestão do trabalho por algoritmos** utiliza sistemas programados ou com recurso à IA para coordenar o trabalho das organizações, pode otimizar a distribuição de tarefas, contribuir para um maior envolvimento das equipas e para o equilíbrio entre a vida pessoal e profissional, e gerir as lacunas de competências. No entanto, os potenciais riscos associados a uma excessiva vigilância e da pressão resultante do volume e ritmo de trabalho deverão ser controlados e geridos.
- **Alteração das formas de trabalho** através da digitalização, incluindo o teletrabalho e o trabalho através de plataformas digitais que se por um lado proporcionam alguma flexibilidade, por outro colocam desafios significativos para a segurança e saúde no trabalho relacionados tanto com os riscos físicos como psicossociais.

Para maximizar os benefícios da digitalização para a segurança e saúde no trabalho e simultaneamente mitigar os seus riscos, torna-se absolutamente necessário implementar uma abordagem proativa e participada, baseada em evidências. Assegurar que a transição digital promova a segurança e saúde no trabalho em vez de a comprometer requer o envolvimento ativo dos governos e das organizações de empregadores e de trabalhadores em colaboração com os profissionais de SST e outras partes interessadas.



Como podemos assegurar a Segurança e Saúde na era digital?

Os quadros normativos e regulamentares de SST existentes, incluindo as normas internacionais do trabalho, continuam a ser uma base sólida na salvaguarda do direito a trabalhar num ambiente seguro e saudável na era digital.

Reconhecendo a natureza interdisciplinar quer da SST quer da digitalização, alguns países têm vindo a integrar progressivamente disposições de SST em políticas mais abrangente sobre a IA e a transição digital. Outros países, integraram a digitalização em políticas de SST para promover a prevenção de acidentes e doenças relacionados com o trabalho, o controlo do cumprimento legal e a proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras.

Alguns países também procederam à revisão e adaptação dos seus quadros jurídicos. Têm sido produzidas alterações legislativas principalmente em áreas como a atualização dos regulamentos de segurança da robótica e dos protocolos de interação entre os seres humanos e os robôs, de forma a controlar os riscos em ambientes de trabalho colaborativos. Também foram introduzidas novas disposições sobre o direito a desligar, como forma de evitar o *burnout* digital e o excesso de trabalho. Adicionalmente, as proteções legais em matéria de SST têm sido ampliadas para abranger o trabalho remoto e através de plataformas digitais, considerando o estado de evolução e natureza do trabalho.

Para complementar estas medidas políticas, outras como as normas e orientações de carácter voluntário, as campanhas de sensibilização, as iniciativas de formação e programas de investigação, constituem igualmente orientações importantes para empresas, e dotar os trabalhadores e trabalhadoras com as competências necessárias para utilizar as tecnologias de forma segura. Contudo, é necessário desenvolver mais investigação para aprofundar o conhecimento e permitir uma maior compreensão dos impactos das tecnologias digitais na segurança e saúde no trabalho a longo prazo e para implementar as mesmas de forma consciente.

Ao nível dos locais de trabalho, as avaliações e a gestão sistemática dos riscos continuam a ser fundamentais para uma abordagem proativa dos riscos digitais que possam emergir. Tal, exige proceder a avaliações regulares dos riscos relacionados com as novas tecnologias, a implementação de medidas de prevenção alinhadas com a hierarquia dos controlos e a contínua atualização das políticas de SST para sejam aplicáveis e eficazes à medida que as tecnologias e os conhecimentos de SST evoluem, devendo incorporar os contributos dos trabalhadores e das trabalhadoras.

As ferramentas digitais como as ferramentas analíticas geridas por IA, a monitorização em tempo real, e os modelos preditivos podem contribuir para melhorar os procedimentos de valiação de riscos e as estratégias de SST, no entanto devem complementar e não substituir a decisão humana sobre as práticas de SST.

Os trabalhadores e os seus representantes devem ser envolvido e participar ativamente em todas as fases da implementação das tecnologias digitais, desde a conceção e operacionalização até à monitorização, para assegurar que estas tecnologias reforçam em vez de comprometer a segurança e saúde no trabalho.

Ao adotar uma abordagem colaborativa, visionária e centrada nos seres humanos, as partes interessadas podem garantir que a inovação digital promove ambientes de trabalho mais seguros, saudáveis e sustentáveis, e que possam beneficiar todos os intervenientes.

Sobre este relatório

Este relatório baseia-se em informação essencial recolhida através de uma revisão exaustiva do conhecimento e evidências produzidas sobre o tema, bem como de políticas e experiências práticas. O relatório ilustra as transformações produzidas pela introdução das tecnologias digitais na segurança e saúde no trabalho e a necessidade de assegurar que essas transformações não resultem em riscos acrescidos.

Este documento inclui a análise de políticas, práticas e exemplos de casos reais e pode ser utilizado por governos, empregadores e trabalhadores e constitui-se como um recurso para se orientarem no mundo digital que envolve a segurança e saúde no trabalho.

A primeira parte do relatório analisa de que modo a automatização e a robótica avançada, os instrumentos inteligentes de SST e os sistemas de monitorização, a realidades virtual e aumentada, a gestão do trabalho por algoritmos e a alteração dos regimes e formas de trabalho estão a reconfigurar a segurança e a saúde nos locais de trabalho, considerando tanto as oportunidades como potenciais riscos.

A segunda parte aborda políticas internacionais, regionais e nacionais que se debruçam sobre a governação da SST em locais de trabalho digitalizados, com destaque para as lacunas regulamentares e respostas políticas. O documento também aborda a avaliação de riscos, a participação dos trabalhadores e estratégias de prevenção, na integração segura de ferramentas digitais nos locais de trabalho.

Finalmente, termina com uma síntese das principais conclusões, sublinhando as ações prioritárias necessárias para garantir uma transição digital responsável, inclusiva e centrada nos trabalhadores e trabalhadoras.





1

A digitalização está a transformar a segurança e a saúde no trabalho

A digitalização¹ está a transformar o mundo do trabalho, com a introdução de práticas inovadoras, originando novos setores e atividades e reconfigurando os ambientes físicos e psicossociais de trabalho.

A inteligência artificial (IA)² e as ferramentas digitais comportam oportunidades significativas ao introduzir melhorias na Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Quando concebidas e utilizadas de forma eficaz, estas tecnologias contribuem para mitigar os riscos profissionais, reduzir os acidentes e doenças relacionadas com o trabalho bem como a melhorar a eficiência, a produtividade e o desempenho geral (Sun *et al.* 2022). Um dos principais benefícios da digitalização é reduzir a exposição a ambientes e condições perigosas, nomeadamente a produtos químicos, temperaturas extremas, radiações, trabalho em espaços confinados e utilização de máquinas de risco elevado. Também contribui para otimizar a organização do trabalho, através da simplificação de processos, automatização de tarefas repetitivas e fisicamente exigentes e uma melhor distribuição da carga de trabalho, reduzindo o esforço físico e mental (EU-OSHA 2019). Os sistemas e ferramentas baseados em IA, contribuem para a segurança no local de trabalho, permitindo identificar perigos, monitorizar as condições ambientais e antecipar falhas nos equipamentos. Adicionalmente, a digitalização pode contribuir para o desenvolvimento de carreiras através de oportunidades bem direcionadas com vista ao aprofundamento de competências e requalificação, favorecendo uma melhor adaptação dos trabalhadores e trabalhadoras à evolução das exigências dos mercados de trabalho (EU-OSHA 2019). No entanto, é importante notar que os benefícios da digitalização não são universalmente partilhados.³

Embora a digitalização proporcione inúmeros benefícios para a segurança e saúde dos/as trabalhadores/as, pode introduzir riscos significativos que devem ser evitados e cuidadosamente geridos. As falhas na interação entre os seres humanos e os robôs, os desafios relacionados com os fatores ergonómico e exposição ao ruído e às vibrações, encontram-se entre os riscos potenciais associados às tecnologias digitais (EU-OSHA 2009). A conceção incorreta de dispositivos vestíveis e inteligentes, pode provocar fadiga física, enquanto os veículos aéreos não tripulados (UAV), como os drones, e os dispositivos com ecrãs usados na cabeça (*head-mounted displays* - HMD) podem apresentar o risco de lesões, de perda de equilíbrio e perigos relacionados com a visualização. As inovações tecnológicas também podem conduzir à intensificação do ritmo de trabalho, à insegurança no emprego e

¹ Segundo a OIT, a digitalização é entendida, em termos gerais, como a aplicação de tecnologias digitais e, por conseguinte, de informações ou dados digitalizados, na economia e na sociedade (GB.350: Grupo de Trabalho sobre a Dimensão Social da Globalização. Desafios e oportunidades da digitalização). No mundo do trabalho, a digitalização implica a transformação de estruturas e processos organizacionais com o objetivo de melhorar a eficiência, as receitas e a resiliência. A digitalização veio transformar a organização do trabalho e, por conseguinte, tem consequências na quantidade e o tipo de empregos disponíveis, bem como nas condições de trabalho e na proteção dos trabalhadores e trabalhadoras.

² A IA é uma componente essencial da digitalização. Os sistemas de IA podem ser basicamente incorporados em *software* ou em dispositivos físicos (Grupo de Peritos de Alto Nível em Inteligência Artificial, 2019). Podem complementar e apoiar a realização de tarefas por humanos, substituir funções existentes ou criar novas funções (Selenko *et al.* 2022).

³ As disparidades surgem devido a limitações relacionadas com infraestruturas, desigual acesso a competências digitais e discriminação implícita ou explícita com base em fatores como a localização, a etnia, a religião e o género (Graham, 2017). As Pequenas e Médias Empresas, especialmente nos países em desenvolvimento, enfrentam desafios na utilização de ferramentas digitais devido a restrições de recursos (FMI 2024a). Como tal, a tecnologia não deve ser vista como uma solução universal. A sua eficácia depende do contexto em que é implementada e do grau de participação dos trabalhadores e as trabalhadoras na sua conceção, funcionamento e controlo.

ao “tecnoestresse”, originados pela pressão crescente que os trabalhadores e trabalhadoras enfrentam para se adaptarem a ferramentas e processos em rápida evolução (OIT 2022). A ausência das fronteiras entre a vida profissional e a vida privada originado pelo trabalho remoto e o teletrabalho pode contribuir para o esgotamento profissional (burnout), enquanto a vigilância intrusiva e a monitorização constantes podem infringir o direito à privacidade e reduzir a autonomia no trabalho (OIT, 2018). A utilização crescente das ferramentas digitais durante períodos de tempo cada vez longos, aumenta a probabilidade de exposição dos trabalhadores e das trabalhadoras ao assédio digital. A tomada de decisões baseadas na IA, podem originar a fragmentação de tarefas, diminuição da satisfação no trabalho e enviesamentos, a exclusão de alguns grupos de trabalhadores e trabalhadoras e aumentar as desigualdades nos locais de trabalho.

A resposta a estes desafios exige uma abordagem proativa da SST, garantindo que a transformação digital melhora e não compromete a segurança e o bem-estar dos trabalhadores (Gonzalez Vazquez *et al.* 2024).

Este capítulo explora o impacto da digitalização na SST, agrupando as tecnologias e os processos de trabalho em cinco categorias: **o impacto da digitalização na SST, agrupando as tecnologias e os processos de trabalho em cinco categorias: automação e robótica avançada; ferramentas inteligentes de SST e sistemas de monitorização; realidade virtual aumentada; gestão do trabalho por algoritmos e transformações nas formas de trabalho.** Para cada uma destas tecnologias e processos, a investigação destaca a forma como podem melhorar a segurança e a saúde no trabalho, atenuando os riscos físicos, organizacionais e psicossociais, para além de examinar os potenciais riscos associados. Os resultados sublinham a necessidade de uma abordagem equilibrada e proativa para garantir ambientes de trabalho seguros e saudáveis para todos.



1.1 Automatização e robótica avançada

A automatização e a robótica avançada⁵ estão a impulsionar mudanças profundas na segurança e saúde no trabalho, introduzindo formas inovadoras de aumentar a eficiência e reduzir os riscos em todos os setores (EU-OSHA 2024a; Petersen *et al.* 2023). Estas tecnologias automatizam quer as tarefas físicas, tal como operações de montagem, de manuseamento de materiais e de operações perigosas, quer processos cognitivos, incluindo a tomada de decisões e a análise de dados, reconfigurando a forma como o trabalho é realizado, monitorizado e gerido (Wang 2019; Chen *et al.* 2023).

A robótica avançada refere-se a tecnologias concebidas para executar tarefas que requerem elevada precisão, adaptabilidade e autonomia e que podem aumentar a produtividade e a segurança no trabalho, reduzindo a exposição dos trabalhadores e trabalhadoras a atividades fisicamente exigentes ou perigosas. Estes sistemas incluem robôs industriais, como braços robóticos utilizados para tarefas repetitivas e perigosas, bem como inovações mais recentes, como por exemplo robôs móveis autónomos, drones, exoesqueletos e robôs colaborativos ou “cobots”, que trabalham ao lado de seres humanos para aumentar a eficiência e a segurança (EU-OSHA 2022b). Os robôs são utilizados numa grande variedade de setores: executam com tarefas perigosas e repetitivas na indústria transformadora, prestam assistência em diagnósticos e cirurgias na saúde, aumentam a precisão na agricultura, otimizam a logística, apoiam as operações de recuperação de catástrofes e realizam operações militares fundamentais como o reconhecimento e a eliminação de dispositivos explosivos (EU-OSHA 2022b).

A IA desempenha um papel central na automatização de tarefas cognitivas e físicas, e pode ser utilizada na monitorização da saúde, nos sistemas de condução autónoma, *chatbots* e robôs industriais (EU-OSHA 2022f). Esta tecnologia também pode apoiar funções de atendimento a clientes, tradução e operações de caixa reduzindo a volume de trabalho humano e aumentando a produtividade (Petersen *et al.* 2023; Babashahi *et al.* 2024). Estes avanços estão a transformar quase todos os setores, mesmo os tradicionalmente considerados de baixo nível tecnológico (OIT 2023).

O impacto global da automatização e da IA no emprego é significativo. A OIT (2023) estima que a automatização poderá substituir, pelo menos parcialmente, cerca de 75 milhões de postos de trabalho em todo o mundo, e a IA poderá criar 427 milhões de empregos, em vários setores. Os efeitos variam

⁴ <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/intr-03-2022-0214/full/html>

⁵ A robótica avançada, termo que surgiu na década de 1980, refere-se a robôs equipados com *software* e *hardware* sofisticados, capazes de tomar decisões inteligentes, ao contrário das máquinas tradicionais (Robotnik 2022). A integração de tecnologias de IA permite que estes robôs interajam de forma autónoma do seu ambiente e realizem tarefas complexas (Licardo *et al.* 2024).

consoante a região e a demografia. A Europa e a América do Norte, com mercados de trabalho diversificados, encontram-se mais expostas à automatização (ONU, uma agenda comum 2024), enquanto a Ásia, a África e a América Latina estão menos expostas devido à predominância da agricultura e dos setores informais, menos afetados pela IA generativa (ONU/OIT, 2024). Na China, as tecnologias baseadas em IA, como os grandes modelos linguísticos, podem conduzir à deslocalização de empregos mais bem remunerados e com grande experiência, invertendo as anteriores tendências da procura de mão de obra (Chen *et al.* 2023).

Na maioria das regiões do mundo as mulheres são as mais afetadas pela IA generativa, verificando-se uma exposição à automatização dos postos de trabalho superior em mais do dobro, comparativamente com os dos seus pares masculinos (ONU/OIT 2024). Com a generalização da externalização de serviços (ou *outsourcing*), de como o atendimento telefónico em *call centers*, uma fonte significativa de emprego formal e relativamente bem remunerado onde se encontra o número significativo de mulheres em vários países em desenvolvimento, corresponde a postos de trabalho particularmente em risco (ONU, uma agenda comum).



1.1.1 A automatização e a robótica podem contribuir para melhorar a segurança e a saúde no trabalho

► Retirar os trabalhadores de ambientes e reduzir exposições de risco elevado

Os robôs são cada vez mais utilizados para realizar tarefas perigosas em ambientes de risco elevado, muitas vezes referidos como “trabalhos 3D” (no original *dirty, dangerous and demeaning*) evitando a exposição das pessoas. A sua utilização na indústria extrativa de minério, na construção e na indústria transformadora permite a supervisão remota de operações perigosas, reduzindo a exposição profissional a agentes cancerígenos provenientes dos fumos de soldadura, e a eliminação de dispositivos explosivos e derrames de produtos químicos (Robots.com 2017; CCOHS 2022b). Na recuperação de catástrofes, os robôs terrestres, aéreos e marítimos resistem a condições extremas, como o calor excessivo, a humidade e a radiação (Guizzo 2023; Soori *et al.* 2023). Do mesmo modo, no setor da saúde, a utilização de robôs reduz a exposição dos trabalhadores e trabalhadoras à radiação durante os exames de ressonância magnética e os raios X, executam as operações de desinfeção ultravioleta e, durante a COVID-19, minimizaram os riscos do transporte de doentes e operações de desinfeção (Deo e Anjankar 2023; Mehta *et al.* 2023; Su *et al.* 2021). Os robôs também podem operar em ambientes com temperaturas extremas, (fornos industriais na produção industrial ou na extração de petróleo em campos gelados (A3 Marketing Team, 2019).

► Cinco tarefas perigosas que os robôs podem efetuar com segurança (Owen-Hill 2022)

- **Levantamento de objetos muito pesados e de peso médio:** Os robôs podem levantar objetos muito pesados que ultrapassam a capacidade humana. Também podem levantar objetos mais leves, cuja elevação diária repetida pode representar um risco para os humanos ao longo do tempo.
- **Agitação de metal fundido a 2000 graus Celsius:** Os robôs podem ser utilizados para misturar o metal fundido nas fornalhas, para remover um subproduto residual chamado escória. Este processo exige que os trabalhadores manobrem uma longa lança de oxigénio agitar o metal fundido, correndo o risco de ser atingido por uma torrente de faíscas incandescentes. Os braços do robô podem ser encapsulados com uma proteção à prova de calor que lhes permite suportar as temperaturas elevadas.
- **Recolha e acondicionamento de resíduos radioativos:** O manuseamento de materiais radioativos comporta um risco intrínseco para a saúde humana. Para tarefas como o manuseamento deste tipo de resíduos provenientes de centrais nucleares, a robótica oferece a solução mais segura e viável.
- **Trabalhar em ambientes contaminados e poeirentos:** Os robôs podem melhorar a segurança dos trabalhadores e trabalhadoras em ambientes de trabalho contaminados com poeiras ou produtos químicos tóxicos.
- **Movimentos repetitivos:** Os robôs conseguem executar tarefas repetitivas que podem representar riscos significativos para os humanos originando perturbações músculo-esqueléticas graves.

Os veículos aéreos não tripulados (UAV), de que são exemplo os drones, podem ser utilizados para realizar operações de forma autónoma em ambientes que apresentam limitações ou perigos para a intervenção humana, ou que são dispendiosas ou fisicamente intensiva (Kanellakis e Nikolakopoulos 2017). Estes aparelhos podem prestar assistência em situações de emergência, recolher dados e realizar tarefas perigosas para os seres humanos, como por exemplo realizar trabalhos em altura ou em ambientes perigosos ou tóxicos (HSE Network2020). Os drones são cada vez mais utilizados na agricultura, para a aplicação de pesticidas, reduzindo a exposição de quem os opera a produtos químicos nocivos que têm sido associados a cancro, envenenamento e danos neurológicos (OIT 2021b). Por exemplo, na China, os drones têm sido amplamente utilizados para aplicar pesticidas. Em 2021 foram utilizados mais de 200 000 drones em operações naquele setor (Ozkan 2024). No entanto, a formação adequada de quem opera este equipamento é crucial para evitar danos para a saúde humana e para o ambiente (Amarasinghe *et al.* 2019; Yan *et al.* 2021; Kuster *et al.* 2023).

Aplicação de sistemas de drones para aplicação de pesticidas na agricultura de precisão

As operações de pulverização manual de pesticidas comportam riscos para a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras agrícolas. A utilização de drones para aplicação de pesticidas é uma alternativa promissora à aplicação manual de pesticidas. Um estudo realizado por Borikar *et al.* (2022) analisou os últimos avanços tecnológicos e aplicações em *hardware*, controladores de voo e controladores eletrónicos de velocidade, sensores agrícolas inteligentes e sistemas de pulverização. Os principais avanços nos sistemas de drones incluem:

- A incorporação de câmaras multiespectrais para monitorização das culturas.
- Pulverização com Sistema de Posicionamento Global (GPS) desencadeada por imagens em tempo real.
- Diferentes tipos de bicos de pulverizadores são utilizados, ajustados a velocidades específicas de pulverização controlados por *smartphones*.
- Controlo automático da quantidade do produto a aplicar com base na velocidade e trajetória do drone.
- De um modo geral, o estudo concluiu que os drones podem realizar tarefas de aplicação de pesticidas de forma rápida e precisa, sem representar riscos para a saúde humana.

► Redução do esforço físico

Os sistemas robóticos são cada vez mais utilizados para reduzir as tarefas repetitivas ou fisicamente exigentes em vários setores de atividade. Estas tecnologias contribuem para reduzir a exposição a cargas elevadas, posturas incómodas e movimentos repetitivos - fatores frequentemente - associados a perturbações músculo-esqueléticas (EU-OSHA 2021; 2022a). Ao executarem tarefas manuais repetitivas, e mentalmente pouco estimulantes, os robôs permitem que as pessoas concentrem a sua energia nos aspetos mais estratégicos e criativos do trabalho (Timbó 2023).

Os exoesqueletos são equipamentos robóticos vestíveis utilizados para melhorar ou ajustar a postura, o facilitar movimento ou a atividade física do utilizador em trabalhos que envolvem trabalho manual ou esforço físico (CCOHS 2022a). São cada vez mais utilizados em setores como a construção, a indústria transformadora, a agricultura e os cuidados de saúde (Flor-Unda *et al.* 2023; Ekso Bionics 2022). Existem estudos que demonstram que os exoesqueletos reduzem significativamente o esforço e a tensão musculares, particularmente nas costas e nas pernas, durante as tarefas de manuseamento de objetos pesados (Bär *et al.* 2021; Park *et al.* 2022). Por exemplo, existem claras evidências de que os exoesqueletos elétricos de corpo inteiro reduzem a atividade dos músculos das costas em até 53 por cento e a tensão nas pernas em 63 por cento, contribuindo para uma redução dos riscos de lesões e dos custos a longo prazo em cuidados de saúde com ganhos para a produtividade (Zelik *et al.* 2022; Kirpestein *et al.* s.d.). Ao minimizar o esforço físico e a fadiga, os exoesqueletos podem também aliviar o stresse e melhorar o bem-estar psicológico geral (Vallée 2024).



Robótica nos cuidados de saúde - aumentar a segurança e reduzir os riscos

Do diagnóstico e desinfeção à cirurgia e assistência a pacientes, a robótica já desempenha um importante papel na proteção dos profissionais de saúde.

Os robôs contribuem para a proteção dos trabalhadores e trabalhadoras, reduzindo a exposição à radiação durante os exames de ressonância magnética e os raios X e minimizando os riscos de infeção através do transporte de pacientes, as operações de desinfeção e da testagem autónoma de doenças (Su *et al.* 2021; Deo e Anjankar 2023). Por exemplo, durante a COVID-19, Haddadin *et al.* (2024) desenvolveram um robô com zaragatoa para esfregaço sem contacto que realizou rastreios em segurança sem intervenção humana. Foi testado em 52 pacientes demonstrando uma elevada precisão e taxa de aceitação e a capacidade de realizar até 300 testes por dia por robô. A zaragatoa automatizada ou assistida por robôs pode aumentar significativamente a capacidade de realização de testes, protegendo simultaneamente os profissionais de saúde (Yang *et al.* 2020).

Em tarefas fisicamente exigentes, os robôs e os exoesqueletos permitem reduzir o esforço físico e o risco de lesões, em especial nos cuidados de enfermagem, cuidados a pessoas idosas e durante procedimentos cirúrgicos. Ao facilitarem a movimentação de pacientes, aliviam a carga das pessoas que prestam cuidados e reduzem o risco de lesões músculo-esqueléticas (Richarz *et al.* 2023; Persson *et al.* 2021). Esta tecnologia também pode contribuir para evitar o esgotamento profissional (*burnout*) e o stresse, especialmente em ambientes de trabalho particularmente exigentes (O'Connor 2021).

A cirurgia robótica tem vindo a revolucionar os procedimentos cirúrgicos, com melhorias na precisão, na redução da carga de trabalho e melhorias na ergonomia em comparação com a cirurgia laparoscópica e aberta tradicional (Wee *et al.* 2020). No entanto, o desconforto no pescoço, ombros e costas continua a ser um desafio devido ao *design* da consola, destacando a necessidade de melhores práticas ergonómicas e formação certificada para minimizar o esforço (Patel *et al.* 2023).

Embora os robôs possam apoiar os profissionais de saúde, reduzir a exposição aos riscos e melhorar a eficiência, não podem substituir as funções humanas que exigem empatia, julgamento e tomada de decisões (Witkowski *et al.* 2024).

► Reduzir as tarefas repetitivas e pouco estimulantes

A automatização e os sistemas de IA podem eliminar algumas tarefas administrativas ou burocráticas repetitivas e pouco estimulantes, de que são exemplo, o preenchimento de formulários ou o processamento de candidaturas e documentos legais (EU-OSHA 2022e). No serviço de apoio a clientes, por exemplo, os *chatbots* e os assistentes virtuais baseados em IA podem tratar de questões complexas, reduzindo a carga de trabalho dos seres humanos (Babashahi *et al.* 2024). Um estudo recente concluiu que a IA poderia ajudar a automatizar cerca de 84 por cento das tarefas repetitivas em 400 serviços públicos do Reino Unido (The Alan Turing Institute 2024). No setor da saúde, os robôs “sociais”, ou interativos, aliviam a carga de trabalho recolhendo entre outros, dados sobre sinais vitais e dos pacientes, permitindo que os profissionais de saúde se concentrem em tarefas complexas e nos cuidados pessoais dos pacientes (Ragno *et al.* 2023). No setor da educação, os robôs podem ser utilizados para tarefas de classificação, recolher dados sobre a assiduidade e agendar reuniões, permitindo que os docentes se concentrem mais na qualidade das aprendizagens e menos na burocracia (Jose 2023).

Os sistemas de IA podem contribuir para reduzir o tempo despendido pelas pessoas no planeamento e execução de determinadas tarefas e, em alguns casos, reduzir a sua necessidade de antecipar processos ou de despendar energia mental para monitorizar a sua segurança durante os procedimentos (EU-OSHA 2023a). Um inquérito em que participaram 34 000 trabalhadores e trabalhadoras de 18 países, revelou que 6 por cento dos participantes concordavam que a automatização de tarefas ajudava a reduzir tanto a carga de trabalho como o stresse e, no caso dos trabalhadores e trabalhadoras, baixos níveis de stresse, 72 por cento atribuíam esse facto, em parte, ao acesso a ferramentas e tecnologia para trabalhar de forma produtiva (McKendrick 2019).

A automatização e os sistemas de IA têm o potencial de tornar o trabalho mais significativo para algumas pessoas, que podem por exemplo, melhorar a aprendizagem, as competências e o seu desenvolvimento e permitindo-lhes um controlo e poder através de um maior acesso à informação (Bankins e Formosa 2023). O controlo do trabalho tende a aumentar quando os sistemas autónomos são introduzidos numa empresa, uma vez que aumentam a capacidade de gestão do tempo pelos trabalhadores e trabalhadoras de repartir o tempo (EU-OSHA 2022 a). Para alguns trabalhadores, a automatização das tarefas pode proporcionar a oportunidade de desempenhar cargos de maior responsabilidade, onde podem ter mais influência na tomada de decisões (EU-OSHA 2023a). Um outro estudo concluiu que 92 por cento dos quadros superiores⁶ concordou que a automatização melhorou as suas vidas no local de trabalho (Zapier 2021).

⁶ Os quadros superiores incluem, por exemplo, trabalhadores e trabalhadoras altamente especializados que aplicam conhecimentos teóricos e analíticos, adquiridos através de formação formal, para desenvolver produtos e serviços” para ajudar o leitor em geral.

1.1.2 Riscos potenciais associados à automatização e à robótica avançada

Quando se introduzem robôs ou exoesqueletos no trabalho, há vários riscos que devem ser cuidadosamente considerados e geridos para garantir a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras. Embora os robôs sejam eficazes na substituição de seres humanos em tarefas perigosas, os trabalhadores responsáveis pela manutenção ou reparação destas máquinas podem ficar expostos a novos riscos. Do mesmo modo, a automatização de tarefas - tanto cognitivas como físicas - pode melhorar significativamente as condições de SST, mas se não for corretamente avaliada e gerida, pode também introduzir novos riscos. Um resumo dos possíveis riscos associados à automatização e à robótica avançada, tal como destacado pela investigação disponível, inclui as seguintes questões:

Riscos para a segurança. Os riscos de segurança mais comuns associados à robótica nos locais de trabalho incluem problemas de interação entre humanos e robôs, medidas de segurança inadequadas, falhas mecânicas e de programação e erros humanos, que podem provocar acidentes e aumentar a pressão sobre os trabalhadores e trabalhadoras (Ken Institute 2024). Os acidentes de trabalho podem resultar do comportamento imprevisível dos robôs. Falhas de *software*, falhas de sensores ou interpretações erradas de IA podem levar a movimentos inesperados ou falhas mecânicas, causando lesões por esmagamento, fraturas ou lacerações, particularmente em ambientes industriais (EU-OSHA 2022a). Os VANT representam o risco de traumatismo ou lacerações, especialmente para operadores ou pessoal dos serviços, devido a avarias repentinas ou perda de controlo (Smith 2019; Arterburn *et al.* 2017; Campolettano *et al.* 2017).

Os exoesqueletos mal ajustados ou mal concebidos, em especial para as trabalhadoras, podem provocar lesões, restrições de mobilidade e riscos acrescidos de queda (CCOHS 2022a; Flor 2023). Em situações de emergência, estes dispositivos podem impedir uma evacuação rápida ou causar lesões relacionadas com o mau funcionamento (Akyildiz 2023; IOSH 2023). Além disso, a sua utilização em ambientes com temperaturas elevadas pode aumentar o risco de problemas relacionados com o calor, uma vez que os exoesqueletos retêm o calor do corpo e os robôs geram excesso de calor durante o carregamento (Mikołajczyk *et al.* 2023).

A dependência excessiva da automação, incluindo os sistemas robóticos e os exoesqueletos, pode contribuir para a desqualificação, reduzindo a capacidade dos trabalhadores e das trabalhadoras para responder eficazmente a situações inesperadas (Tegtmeier *et al.* 2022). Além disso, as vulnerabilidades de cibersegurança nestes sistemas representam riscos de segurança funcional, uma vez que os ciberataques podem anular os mecanismos de proteção, conduzindo potencialmente a operações perigosas e não intencionais das máquinas (Korfmacher 2019).

Riscos ergonómicos. A má postura durante a interação entre humanos e robôs e a utilização de exoesqueletos pode conduzir a tensão postural e a perturbações músculo-esqueléticas (OIT 2019; Costantino *et al.* 2021). A colaboração com cobots pode originar tensões ergonómicas decorrentes de tarefas repetitivas, uma vez que os trabalhadores e trabalhadoras têm de manter posturas específicas ou fazer pequenos ajustes contínuos para orientar ou interagir com a máquina. Com o tempo, estes movimentos repetitivos podem contribuir para a fadiga, a tensão muscular e a dor crónica (Tegtmeier *et al.* 2023). Além disso, os sistemas robóticos carecem frequentemente de uma conceção sensível ao género, o que os torna menos adequados em termos ergonómicos para as mulheres, as quais podem estar expostas a uma maior tensão e uma menor usabilidade devido às diferenças na dimensão das mãos, no alcance e nos requisitos de força (Hislop *et al.* 2024).

Riscos de ruído e vibração. A utilização de robôs e os exoesqueletos pode comportar riscos de ruído e vibração, podendo contribuir para a ocorrência de lesões auditivas e desconforto músculo-esquelético se aqueles não forem bem concebidos (Costantino *et al.* 2021).

Riscos químicos. As baterias destas tecnologias podem sobreaquecer ou libertar materiais corrosivos, potenciando riscos de queimaduras e de exposição dos trabalhadores e trabalhadoras a agentes químicos (Costantino *et al.* 2021). Além disso, o contacto prolongado com componentes plásticos e metálicos pode causar irritação da pele ou reações alérgicas, especialmente nos trabalhadores que utilizam exoesqueletos vestíveis ou em condições de calor ou humidade. Em certos setores, a automatização pode agravar os riscos químicos existentes. Por exemplo, a extração mecanizada de minerais pode aumentar o risco de silicose devido à produção de poeiras mais perigosas (Hoy *et al.* 2022).

Riscos psicossociais incluindo fatores organizacionais. A introdução da automatização e da robótica avançada pode introduzir novos fatores de risco psicossocial que podem ter impacto na saúde mental, na satisfação profissional e no bem-estar geral dos trabalhadores e trabalhadoras. Alguns dos principais riscos estão relacionados com os seguintes fatores:

- **Controlo do trabalho.** A utilização de sistemas robóticos pode reduzir significativamente o controlo do trabalho, limitando a tomada de decisões por parte dos trabalhadores e trabalhadoras ou de exercitar capacidades como a criatividade e o discernimento. Esta situação pode levar à exaustão emocional, à irritabilidade e à diminuição da importância do trabalho, em especial em setores como a indústria transformadora e os serviços (EU-OSHA 2022a; Smids *et al.* 2020).
- **Ritmo de trabalho e carga de trabalho.** A automatização intensifica frequentemente o trabalho, impondo horários rígidos e um aumento do ritmo das tarefas, o que conduz a um aumento do stress, da ocorrência do erro e da fadiga. Os trabalhadores e trabalhadoras que prestam assistência ou trabalham ao lado de robôs devem adaptar-se ao ritmo da máquina, muitas vezes com flexibilidade limitada e sem tempo de recuperação suficiente, aumentando o risco de fadiga física e mental (EU-OSHA 2022b). Esta necessidade de corresponder à eficiência robótica aumenta a pressão sobre os humanos, especialmente em atividades caracterizadas pelo ritmo acelerado, como por exemplo na indústria transformadora e de logística, onde o alinhamento contínuo com os sistemas robóticos pode conduzir a níveis mais elevados de fadiga e stress e à redução da satisfação profissional ao longo do tempo (Smids *et al.* 2020). A sobrecarga cognitiva é outra preocupação, uma vez que os trabalhadores e trabalhadoras têm de monitorizar e interagir com sistemas robóticos complexos, assegurando simultaneamente que as suas tarefas se encontram alinhadas com os fluxos de trabalho automatizados, reduzindo o equilíbrio entre tarefas de rotina e as mais complexas o que pode aumentar ainda mais o esforço mental (EU-OSHA 2024b).
- **Conceção das tarefas.** A automatização pode segmentar o trabalho em tarefas pequenas e repetitivas, reduzindo o sentimento de realização e de autonomia dos trabalhadores e das trabalhadoras. Em alguns casos, a robótica avançada e os sistemas de IA criam “microtarefas” monótonas que afetam negativamente a satisfação e a motivação no trabalho, restringindo simultaneamente a autonomia e o significado do trabalho (Bérastégui 2021; Tegtmeier *et al.* 2022; Bankins e Formosa 2023). Além disso, a divisão do trabalho em pequenas tarefas externalizadas pode levar à fragmentação das carreiras, à precariedade do emprego e à diminuição da satisfação profissional (EU-OSHA 2023g).
- **Isolamento social.** À medida que os locais de trabalho se tornam cada vez mais automatizados, as interações humanas diminuem frequentemente, deixando as pessoas cada vez mais imersas em tecnologias e dados. Este isolamento pode afetar o bem-estar social e criar um ambiente de trabalho menos participativo (Marsh, E., Vallejos, E. P., & Spence, A. 2022).
- **Desigualdades e discriminação.** A implementação da automatização e da robótica avançada pode, involuntariamente, acentuar as desigualdades nos locais de trabalho. Por exemplo, a conceção e a aplicação de tecnologias robóticas podem ignorar as necessidades e diferentes características de determinados grupos de pessoas, entre as quais as mulheres ou as pessoas com deficiência, podendo conduzir a problemas relacionados com o ambiente ergonómico ou à exclusão de determinadas tarefas (Flor 2023; CCOHS 2022a). Os trabalhadores e trabalhadoras de idade mais avançada podem também enfrentar maiores desafios na adaptação às novas tecnologias, uma vez que a aquisição das competências necessárias pode ser mais demorada; até à sua efetiva utilização, deixando-os potencialmente em desvantagem em relação aos colegas mais jovens (FMI 2024a). Adicionalmente os trabalhadores e trabalhadoras em funções menos qualificadas ou em setores com acesso limitado à formação podem enfrentar maiores riscos de deslocalização do emprego, aumentando ainda mais o fosso entre as profissões altamente qualificadas e as menos qualificadas (Murray 2024).
- **Insegurança no emprego e desenvolvimento de carreira.** Uma das principais preocupações relativamente à automatização e às tecnologias digitais é o seu impacto no emprego e nas desigualdades. Os trabalhadores e trabalhadoras com baixas qualificações ou que não estejam familiarizados com as novas tecnologias podem experienciar stress e ansiedade acrescidos devido aos riscos de deslocalização do emprego, 21 por cento dos trabalhadores e trabalhadoras europeus (EU-OSHA 2023b) e 22 por cento dos trabalhadores e trabalhadoras norte-americanos expressaram preocupações sobre a potencial perda dos seus empregos, reduções salariais e stress psicológico (Saad 2023). A incerteza em torno das mudanças induzidas pela automatização pode contribuir para uma tensão psicológica de longo prazo, especialmente na falta de oportunidades de requalificação ou de progressão na carreira. Com o tempo, estes receios diminuem normalmente, uma vez que as perdas de emprego não são sistemáticas

e variam significativamente entre setores e funções (Tamers *et al.* 2020; Dekker *et al.* 2017). No entanto, o maior impacto é frequentemente na qualidade do emprego, influenciando a intensidade do trabalho, a autonomia e os requisitos de competências, e não no número global de empregos a (OIT 2023).

► O stresse tecnológico: um desafio emergente

O stresse tecnológico (ou tecnostresse) surgiu como consequência das transformações constantes produzidas pelas tecnologias, e que provavelmente irão aumentar. “Trata-se de uma forma de stresse causada pela dificuldade de adaptação às novas tecnologias informáticas, incluindo a exigência tecnológica de trabalhar durante mais tempo e mais depressa, a dificuldade em compreender determinadas tarefas ou a incerteza em torno dos sistemas de IA, uma vez que estes estão em permanente atualização (Rohwer *et al.* 2022).



controlo. Estes sistemas integram tecnologias baseadas em sensores, dispositivos vestíveis inteligentes, veículos aéreos não tripulados, análises baseadas em IA e tecnologias convencionais sem fios⁷ para avaliar riscos ergonómicos, níveis de ruído, qualidade do ar, temperaturas extremas e parâmetros fisiológicos dos trabalhadores (EU-OSHA 2022g; Sabino *et al.* 2024; Brous *et al.* 2020). Ao monitorizar os movimentos, a postura, o ritmo cardíaco, a temperatura corporal e os níveis de fadiga dos trabalhadores e das trabalhadoras, estas ferramentas geram dados sobre limites de exposição e saúde e um ambiente de trabalho mais seguro e saudável (Aksüt *et al.* 2024; Costantino *et al.* 2021).

Os sistemas digitais inteligentes são cada vez mais utilizados em setores de risco elevado, de que são exemplo a extração de minério, a construção, a agricultura, e a indústria têxtil e de produtos químicos, onde o trabalho é fisicamente exigente e as condições para a sua realização são perigosas e potenciando o risco de acidentes. Estas tecnologias permitem uma monitorização contínua, contribuem para melhorar a proteção dos trabalhadores e trabalhadoras e reduzir os riscos (Aksüt *et al.* 2024). Para além de alertarem para riscos imediatos, podem recolher dados valiosos em todas as indústrias, apoiando a adoção de medidas de prevenção baseadas em evidências (O'Brien 2023).

Sistema de gestão inteligente da SST em SEUL (Coreia do Sul)

O *Seul Metropolitan Government* na Coreia do Sul desenvolveu um sistema de gestão inteligente para melhorar práticas de SST em estaleiros da construção de pequenas e médias empresas (*Seul Metropolitan Government*, 2021). O Sistema usa a IA, a Internet das Coisas (IoT) em sensores e a monitorização em tempo real para detetar perigos - como por exemplo riscos nas estruturas, ou o não cumprimento de procedimentos de segurança - e para emitir alertas diretamente para os supervisores. O sistema permite a deteção precoce de fatores de risco e facilita a rapidez das intervenções para prevenir acidentes, especialmente em ambientes de risco elevado. Este sistema também integra dados que permitem a análise de tendências, facilitando planeamento da segurança a longo prazo. Ao impulsionar estas medidas o município visa diminuir a sinistralidade e melhorar a coordenação de segurança, sobretudo em estaleiros que tradicionalmente com menor controlo do cumprimento legal.

1.2.1 Como pode a monitorização inteligente contribuir para melhorar a segurança e saúde no trabalho

► Sensores ambientais no local de trabalho e sistemas orientados para a IA

Os sensores ambientais recolhem dados sobre a qualidade do ar, os níveis de ruído, a temperatura e a humidade, ajudando a identificar os perigos nos locais de trabalho.⁸ Estes dispositivos podem detetar poluentes atmosféricos, gases e vapores perigosos, acionando alertas para os trabalhadores e trabalhadoras sobre condições inseguras de estas se tornarem críticas (Zamanian 2023). Os sistemas inteligentes de controlo climático ajustam as definições da temperatura, da ventilação e da climatização do ar para manter condições de trabalho seguras, atenuando os riscos de calor ou frio excessivos (OIT 2024).

Os drones equipados com câmaras, sensores de temperatura e deteção de gases e o GPS são particularmente importantes em ambientes remotos ou perigosos, designadamente áreas de ocorrência de catástrofes ou espaços confinados, onde o acesso humano é limitado (Kanellakis e Nikolakopoulos 2017). A videovigilância baseada em IA eleva os níveis de segurança através da monitorização dos movimentos e comportamentos, emitindo alertas em tempo real sobre ações inseguras, como a posturas inadequadas no manuseamento de objetos pesados e na deteção de perigos de escorregamentos, tropeções, quedas e má utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (Katwala 2017; O'Brien 2023). Além disso, os sistemas de manutenção preditiva alimentados por IA conseguem antecipar avarias das máquinas, evitando falhas nos equipamentos e reduzindo os riscos de acidentes (O'Brien 2023). (Katwala 2017; O'Brien 2023).

⁷ As tecnologias convencionais sem fios que suportam os sistemas de monitorização incluem o *Bluetooth*, identificação por radiofrequência, Wi-Fi, infravermelhos e sistemas de câmaras.

⁸ A Internet das coisas (IoT) melhora as capacidades de monitorização ao permitir medição remota das condições ambientais, como a temperatura, o som e a humidade, em ambientes industriais.

Redução de acidentes através da análise de vídeo sobre SST baseada em IA

Em 2022, a Confederação de Associações de Empregadores da Turquia, (TİSK) em parceria com uma *start-up* tecnológica promoveram o projeto “Türkiye’s Journey to Zero Accidents”, utilizando a análise de vídeos de SST baseada em IA para identificar perigos precocemente e prevenir acidentes (TİSK 2022). O Intenseye, foi utilizado em mais de 25 países, tendo detetado mais de 15 milhões de comportamentos e condições inseguros. Esta aplicação tecnológica tem como objetivo promover melhorias nos níveis de segurança, na produtividade e na qualidade do trabalho. O projeto apoia 200 empresas de 21 organizações setoriais. O sistema de IA foi integrado nas suas instalações e as empresas registaram uma diminuição dos acidentes de trabalho.

Com base nestas capacidades, as ferramentas de IA integram dados de múltiplas fontes para apoiar uma gestão proativa da SST, identificam e controlamos riscos antes que estes se originem em acidentes. Para além dos riscos físicos, a monitorização digital pode rastrear dados sobre tempos de trabalho excessivos, pausas perdidas e sinais de stress emocional, permitindo intervenções atempadas para prevenir o excesso de trabalho e o *burnout* (EU-OSHA 2023h). Ao analisar os padrões de fadiga e do stress, os sistemas baseados em IA fornecem recomendações personalizadas e apoio específico, melhorando ainda mais o bem-estar dos trabalhadores e a segurança geral (Vorecol 2024). Por exemplo, os *chatbots* sobre saúde mental alimentados por IA, podem analisar padrões de comunicação para identificar riscos psicossociais e oferecer apoio (Cameron *et al.* 2017).

Ferramenta baseada em IA para prevenir acidentes de trabalho dos trabalhadores temporários⁹

Em outubro de 2024, uma grande empresa de recrutamento apresentou e introduziu uma tecnologia digital inovadora alimentada por IA, concebida para prever e reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho, especialmente dirigida a trabalhadores e trabalhadoras temporários. Este grupo de profissionais enfrenta frequentemente riscos de segurança acrescidos devido à sua limitada experiência e conhecimentos das funções e os diferentes ambientes de trabalho. A nova ferramenta utiliza a IA para analisar um grande conjunto de dados relacionados com o perfil dos trabalhadores, requisitos de tarefas e padrões de incidentes anteriores. O sistema analisa mais de trinta fatores-chave - como a carga física de trabalho, o ambiente de trabalho e riscos específicos de cada atividade - e identifica os perigos que podem originar acidentes. Esta abordagem baseada em evidências permite que os empregadores procedam à gestão dos riscos antes que estes se agravem. Por exemplo, podem ser introduzidas medidas específicas de segurança, realizar sessões de formação personalizadas, inspeções no local ou programas de integração personalizados, para preparar melhor os trabalhadores e as trabalhadoras para as respetivas funções.

⁹ <https://www.groupe-adecco.fr/adecco/securite-au-travail-et-prevention-des-accidents-du-travail-adecco-developpe-le-premier-outil-predictif-base-sur-lintelligence-artificielle/>

Reforço da segurança de motoristas com tecnologia baseada em IA ¹⁰

Os sistemas de câmaras vigilância de frotas alimentados por IA podem contribuir para elevar os níveis de segurança das frotas de veículos, fornecendo informações em tempo real sobre situações rodoviárias complexas e reforçar os comportamentos seguros de condução. Através da visão computacional avançada e “computação periférica”, o sistema capta com maior rapidez e analisa imagens de vídeo em tempo real, enviando alertas aos motoristas. Estes sistemas contribuem para reduzir riscos como de falta de concentração na condução, a sonolência e condições de estrada inseguras. Alguns sistemas incluem também ferramentas de mentoria, e acompanhamento, orientação, treino dos profissionais, utilizando a análise de dados para reforçar as práticas seguras e abordar os comportamentos de risco. Estes sistemas são amplamente utilizados em setores como a construção, entregas, condução de veículos pesados, logística e serviços alimentares, onde a segurança da frota é fundamental.

► Dispositivos vestíveis inteligentes

Colocados no corpo ou perto dele, **os dispositivos vestíveis inteligentes monitorizam a saúde e a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras**, detetando **riscos em tempo real**. Estes dispositivos detetam sinais fisiológicos, como o ritmo cardíaco, a temperatura corporal e os níveis de stresse, bem como fatores ambientais, como a qualidade do ar e os níveis de ruído. Fornecem alertas imediatos sobre riscos potenciais, permitindo respostas atempadas (Tucker *et al.* 2024).

Um exemplo específico de tecnologia vestível são os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) inteligentes, que combinam os EPI tradicionais, como o vestuário de proteção, com sensores, baterias, módulos de transferência de dados e outros elementos tecnológicos (EU-OSHA 2020).

A figura 1 ilustra vários tipos de tecnologias vestíveis.

As tecnologias vestíveis contribuem para mitigar perigos comuns nos locais de trabalho, incluindo escorregões, tropeções, quedas e exposição a substâncias nocivas. Os dispositivos equipados com acelerómetros detetam posturas e movimentos inadequados, alertando os trabalhadores e trabalhadoras para técnicas de elevação inseguras e riscos ergonómicos (Zhu, R., Song, R., Wang, Y., Wang, H., e Dong, X. 2021). Os sensores vestíveis da qualidade do ar monitorizam os compostos orgânicos voláteis, o monóxido de carbono e outros gases tóxicos, emitindo alertas de exposição em tempo real para proteger os trabalhadores e trabalhadoras dos riscos respiratórios (EU-OSHA 2022g; DHS 2023). Em atividades de risco elevado, como o combate a incêndios, os sensores químicos ajudam a monitorizar a qualidade do ar e a detetar condições perigosas, reduzindo os riscos de exposição (EU-OSHA 2022g).

¹⁰ <https://www.powerfleet.com/ai-video-telematics-for-safe-fleets/>

► Figura 1 - Exemplos de tecnologias vestíveis

			
Capacetes inteligentes	Câmaras portáteis	Informações médicas de emergência (Emitags)	Carga física de trabalho e sensores ergonômicos
Monitorizar ativamente o ritmo cardíaco, a temperatura corporal, a localização e o ambiente de trabalho de quem os utiliza.	Criar fotografias e vídeos em tempo real a partir de uma perspetiva pessoal, para utilização na gestão da cadeia de abastecimento e monitorização da segurança, de poeiras, controlo de processos e inspeção no terreno.	Dispositivos inteligentes e de salvamento que podem ser fixados num capacete ou noutra superfície plana e limpa. Contêm informações de emergência dos trabalhadores ou trabalhadoras incluindo alergias, condições de saúde, medicamentos e contactos de emergência.	Usados na anca, nas costas ou no braço, podem alertar quem os utiliza quando este executa movimentos ou posturas potencialmente inseguras (como a elevação inadequada de objetos) e apoiar a avaliação de riscos de ambientes de trabalho pouco ergonômicos.
			
Luvas inteligentes	Banda de vida	Vestuário inteligente, como por exemplo, coletes	Óculos inteligentes
As luvas que contêm material cromogénico mudam de cor quando em contacto com substâncias perigosas.	Uma correia flexível que pode ser usada isoladamente ou colocada dentro do capacete de quem os utiliza, monitoriza e alerta os operadores para a aparente fadiga e diminuição do estado de alerta.	Equipados com sensores para detetar riscos ambientais e alterações meteorológicas, bem como riscos potenciais relacionados com a visibilidade reduzida, este vestuário monitoriza em tempo real os sinais vitais, previne o do stresse térmico e melhora a visibilidade.	Fornecem informações de segurança em modo mãos-livres, Realidade aumentada (RA) para tarefas e assistência remota, abordando as preocupações com a fadiga visual e potenciais distrações.

Fonte: BIS 2024; GAO 2024; Aksüt, et al. 2024; EU-OSHA 2020; EU-OSHA, s.d.

Utilização de sensores vestíveis para deteção precoce e tratamento de quedas de altura no trabalho

Uma das principais causas de morte em estaleiros de construção são as quedas em altura. A literatura médica salienta que o tempo decorrido após um acidente é um fator crítico para a sobrevivência e para evitar incapacidades permanentes. Um estudo de Dogan e Akcamete (2019) avaliou a utilização de dispositivos vestíveis para detetar acidentes causados por quedas em altura em estaleiros de construção, e fornecer uma notificação em tempo real à equipa de emergência médica. A avaliação do sistema revelou que as quedas foram detetadas corretamente, com uma mensagem de alerta enviada aos respetivos destinatários com 100 por cento de precisão.

Um capacete inteligente pode melhorar a segurança na indústria mineira

Foi desenvolvido um capacete inteligente que inclui várias características, como a comunicação bidirecional, a deteção de gases perigosos, a notificação em caso de remoção do capacete ou colisão, um interruptor de pânico para situações de emergência e GPS para detetar a localização dos mineiros (Dhanalakshmi *et al* 2017). Sempre é detetado um gás venenoso, o capacete fecha-se sendo fornecido oxigénio através da abertura de uma válvula na garrafa de oxigénio. São também utilizados sensores de temperatura e pressão para a monitorização contínua das condições ambientais. A informação é enviada para a sala de controlo através de uma rede sem fios. Outro exemplo, um sensor vestível de avaliação de poeiras, foi desenvolvido pelo Instituto Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho dos Estados Unidos da América (NIOSH)¹¹. O sistema Helmet-CAM incorpora uma corporal câmara leve com um monitor detetor de poeiras avalia, quando, onde e como é que as pessoas são expostas a poeiras de carvão. O seu software, EVADE (Análise avançada de vídeo sobre a exposição a poeiras), sincroniza as imagens com dados recolhidos sobre poeiras para identificar tarefas e ambientes de risco elevado. Esta tecnologia gera informações úteis que conduzem a intervenções para reduzir as exposições e melhorar a segurança no local.

Sistema vestível de alerta de movimento em tempo real para prevenir perturbações músculo-esqueléticas em trabalhadores da construção

As perturbações músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, especialmente na região lombar e no pescoço, são predominantes nos trabalhadores da construção civil devido à exposição prolongada a posturas pouco seguras. Yan *et al.* (2017) desenvolveram um sistema de aviso de movimento em tempo real utilizando unidades vestíveis de medição da inercia para ajudar os trabalhadores a monitorizar e corrigir posturas de risco. O sistema envia alertas através de uma aplicação para smartphone quando são detetados movimentos perigosos, ajudando a prevenir lesões sem distrair os trabalhadores. Testado em condições laboratoriais e no terreno, num estaleiro da construção em Hong Kong (China) este sistema constitui uma forma eficaz e não intrusiva de reduzir os riscos músculo-esqueléticos em estaleiros de construção. No entanto, é de notar que as más posturas podem resultar de fadiga, da pressão do trabalho e lesões provocadas por outras tarefas, que devem ser consideradas nas avaliações de risco.

11 <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2024/11/04/monitoring-rcs-mining/>

Em indústrias ruidosas ou com grande intensidade de vibração, como a construção e a produção industrial, as tecnologias vestíveis avaliam os níveis de ruído e vibração, garantindo o cumprimento dos limites de segurança e emitindo alertas quando a exposição excede os limites seguros. Da mesma forma, os sensores integrados em dispositivos vestíveis monitorizam o ritmo cardíaco e a temperatura corporal, ajudando a prevenir doenças relacionadas com o calor ou a hipotermia, assinalando a necessidade de pausas e de hidratação atempadas (Evalan 2025).

Redução da exposição ao ruído nos locais de trabalho e com proteção auditiva inteligente

A tecnologia de proteção auditiva inteligente pode fornecer informações aos trabalhadores e trabalhadoras sobre os níveis de ruído nocivos e detetar os riscos de ruído negligenciados pelas avaliações de risco convencionais. Um ensaio recente num projeto de construção ferroviária no Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte demonstrou como os protetores auriculares inteligentes recolhem dados sobre a exposição ao ruído diretamente no ouvido, os níveis de ruído ambiental e a utilização de equipamentos individuais de proteção auditiva, permitindo a monitorização em tempo real e o mapeamento do ruído no local de trabalho (*British Safety Council* 2024). Estes sistemas não só protegem os trabalhadores e trabalhadoras do ruído nocivo, como também contribuem para ajustar os métodos de trabalho e a eliminar o risco do ruído na fonte.

Os resultados revelaram riscos de ruído anteriormente não reconhecidos e casos houve em que em que a exposição prolongada, mesmo com proteção auditiva, excedia os limiares de segurança. As alterações efetuadas com base nos dados recolhidos por esta tecnologia contribuíram para uma redução de 50 por cento na exposição total ao ruído, destacando a sua eficácia na melhoria dos níveis de segurança nos locais de trabalho e no reforço dos métodos tradicionais de avaliação do ruído em setores de risco elevado, como a construção ferroviária.

Tendo em conta o sucesso dos testes, foram introduzidos novos requisitos no estaleiro de construção. Os empreiteiros que empregavam trabalhadores expostos a níveis perigosos de ruído (iguais ou superiores a 80 decibel) foram obrigados a utilizar proteção auditiva para cada ouvido com monitorização integrada.

Para além da saúde física, os dispositivos vestíveis podem apoiar o bem-estar mental através da monitorização do stresse, da fadiga e do estado emocional, permitindo intervenções precoces para prevenir o *burnout* (Yorita *et al.* 2023).

Além disso, as funcionalidades de localização melhoram a resposta a emergências e a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras, permitindo que supervisores supervisão determine a sua localização durante operações de evacuação ou de incidentes críticos, garantindo uma resposta mais rápida (BIS 2024).

1.2.2 Riscos potenciais associados aos sistemas de monitorização inteligentes

Embora os dispositivos vestíveis e os sistemas inteligentes de monitorização ofereçam benefícios significativos para a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras, também podem introduzir riscos que devem ser cuidadosamente avaliados e geridos. É importante salientar que a **hierarquia de controlos**¹² deve orientar a utilização de EPI inteligentes, a qual deve ser considerada como último recurso. Estes dispositivos não são um substituto para a eliminação dos perigos na sua fonte e podem inadvertidamente encorajar a tolerância ao risco, especialmente quando os resultados adversos da monitorização biológica não são imediatamente percebidos. Além disso, o foco nos riscos graves pode desviar a atenção de questões crónicas, como problemas de saúde a longo prazo ou lesões recorrentes que se desenvolvem ao longo do tempo. Embora as tecnologias vestíveis possam monitorizar

¹² Ver caixa na pág.46.

eficazmente condições como a fadiga ou o stresse térmico, não abordam fatores subjacentes como o excesso de horas de trabalho e outros fatores de risco psicossocial.

Os principais desafios em matéria de SST associados a estas tecnologias, tal como referidos na literatura, são descritos a seguir.

Riscos para a segurança. A infiltração de água em dispositivos vestíveis baseados em sensores pode levar a curto-circuitos ou ao risco de electrocução (EU-OSHA 2022g). O mau funcionamento do sistema ou os erros de transmissão de dados podem atrasar os alertas e aumentar o risco de acidentes, caso os trabalhadores e trabalhadoras confiem demasiado nos alertas automáticos em vez de manterem a consciência da situação (EU-OSHA 2023f). Os campos eletromagnéticos gerados por estes dispositivos podem também interferir com implantes médicos, como os *pacemakers* (EU-OSHA 2020). Embora raros, alguns estudos sugerem que a exposição prolongada à radiação emitida por dispositivos vestíveis pode representar riscos superficiais para a saúde (Costantino *et al.* 2021).

Conforto e aceitação do utilizador. A eficácia das tecnologias vestíveis depende em grande medida do conforto e da aceitação de quem os utiliza. Os dispositivos incómodos, mal concebidos ou desconfortáveis podem levar à não conformidade (GAO 2024). As questões dos tamanhos, especialmente no que respeita às diferenças de género e outras características físicas, complicam ainda mais a usabilidade. A utilização prolongada destes dispositivos pode resultar em desconforto físico, fadiga ou sentimentos de impotência, especialmente durante falhas ou interrupções tecnológicas (Patel *et al.* 2022).

Riscos psicossociais incluindo fatores organizacionais. Os dispositivos vestíveis, como os relógios inteligentes, podem distrair os trabalhadores e trabalhadoras, prejudicando a sua concentração e desempenho geral. Além disso, as características de vigilância destes dispositivos podem induzir stresse e criar a tensão psicológica elevada nos ambientes de trabalho (Star Knowledge 2022). Em alguns casos, ao abordar apenas os sintomas e não as causas profundas, as tecnologias de monitorização podem inadvertidamente perpetuar um ciclo de ansiedade e esforço excessivo, acabando por afetar o bem-estar geral dos trabalhadores e das trabalhadoras. A monitorização constante dos dados fisiológicos e biométricos pode também gerar ansiedade, uma vez que os trabalhadores e trabalhadoras se sentem pressionados a manter metas específicas de desempenho ou de saúde. O stresse pode ser agravado por alertas de segurança complexos que exigem uma interpretação frequente, aumentando o esforço mental nas tarefas diárias (EU-OSHA 2022g).

Privacidade e preocupações éticas. As tecnologias de monitorização colocam questões éticas e de privacidade significativas devido à sua utilização para detetar os movimentos e os dados fisiológicos dos trabalhadores e das trabalhadoras. Embora se destinem a melhorar a segurança, os sistemas podem, por vezes, promover a monitorização constante, que inclui o reporte a quem supervisiona as equipas, sobre comportamentos individuais, podendo essas informações por sua vez originar repreensões ou penalizações automáticas por objetivos de desempenho não atingidos. Se em vez de melhorar a segurança se privilegiar a vigilância dos trabalhadores e trabalhadoras pode originar um clima de desconfiança e criar ainda mais tensão e induzir o stresse (Internet Society 2015). Surgem também preocupações éticas quanto à forma como os dados recolhidos são utilizados, armazenados e partilhados. Os trabalhadores e trabalhadoras podem ter um controlo limitado sobre as suas informações pessoais de saúde, o que coloca questões sobre o consentimento, a segurança dos dados e a potencial utilização indevida por parte dos empregadores ou de terceiras pessoas (EU-OSHA 2024f).



© iStock/EvgeniyShkolenko



1.3 Realidade expandida e virtual

Realidade expandida (XR)¹³, especialmente a Realidade virtual (RV), estão a emergir como ferramentas eficazes de formação em SST em todos os setores de atividade. Estas tecnologias permitem que durante a formação sejam praticadas tarefas num ambiente controlado, reduzindo os riscos de acidentes durante a formação e melhorando a aquisição de competências.

Para além da formação, a RV e a XR podem apoiar a identificação de riscos e o planeamento da segurança nos locais de trabalho. Por exemplo, na indústria transformadora e na construção, utilização destas tecnologias permite a criação de protótipos virtuais, o teste de projetos e a visualização de modelos tridimensionais, ajudando a identificar perigos antes do início dos trabalhos. Nos setores da logística e automóvel, as instruções em tempo real e as sobreposições de dados permitem reduzir os erros e o esforço físico (Williams 2019). No setor da saúde, as simulações imersivas permitem a realização de ensaios de procedimentos complexos em segurança, pelos profissionais da saúde, melhorando a tomada de decisões pelos profissionais da saúde e a precisão sem pôr em perigo pacientes.

¹³ A Realidade expandida (XR) é um termo genérico para as tecnologias imersivas, incluindo a Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Mista (RM). A RV cria uma experiência imersiva num espaço tridimensional visualmente isolado, normalmente experimentada através de *hardware* especializado. A RA é uma experiência que integra elementos virtuais no espaço físico do utilizador. A RM combina ambientes digitais e físicos, permitindo a interação entre objectos reais e virtuais.

1.3.1 Como podem a Realidade Expandida e a Realidade Virtual contribuir para melhorar a segurança e a saúde no trabalho

► Transformar a formação em SST

A RV está a transformar os contextos formativos ao proporcionar experiências imersivas e interativas em ambientes de risco elevado que são difíceis de simular teoricamente, como a resposta a emergências, a formação em incêndios e o trabalho em altura (EU-OSHA 2024d). Esta tecnologia permite que os trabalhadores e trabalhadoras vivenciem situações realistas e pratiquem procedimentos de segurança e respostas de emergência num ambiente controlado. Este facto melhora o desenvolvimento de competências e a tomada de decisões, e simultaneamente contribui para reduzir acidentes, lesões e a exposição a materiais perigosos no mundo real (O'Brien 2023). É amplamente utilizado em setores como a construção, a extração de minério a produção de energia, em laboratórios e fábricas para aprofundar competências e melhorar os comportamentos de segurança, incluindo procedimentos de resposta a emergências (Akyildiz 2023; Srinivasan *et al.* 2022).

Os ambientes virtuais imersivos permitem uma rápida aquisição novas competências e uma aprendizagem mais eficaz, proporcionando assim uma mão de obra mais bem preparada e mais competente. A tecnologia representa uma oportunidade importante para melhorar a eficácia da segurança e da formação adequada devido à sua capacidade de permitir que em estágio ou formação se aprenda com o erro em segurança e de apresentar cenários que são difíceis de reproduzir no mundo real, quer devido a restrições financeiras quer a preocupações de segurança (Stefan *et al.* 2023). Um estudo realizado pela empresa de serviços profissionais PricewaterhouseCoopers concluiu que 40 por cento dos formandos e formandas que utilizaram a RV declararam ter aumentado a sua confiança em comparação com quem frequentou os cursos em sala de aula e uma melhoria de 35 por cento nas pessoas que colocaram em prática o que aprenderam por e-learning (PWC 2020). Outro estudo realizado no Chile concluiu que os trabalhadores e trabalhadoras que receberam formação em SST através da RV registaram níveis de satisfação mais elevados quando comparados com os seus pares que receberam formação através de métodos tradicionais. Os trabalhadores valorizaram sobretudo o realismo e a interatividade, bem como os aspetos envolventes, surpreendentes e inovadores do formato de formação em RV.

Formação em RV para bombeiros

Algumas corporações de bombeiros na Austrália adotaram simuladores de formação com RV para preparar aqueles profissionais para cenários de alto risco, com o apoio de empresas de tecnologia australianas. Estas simulações imersivas permitem que em estágio e formação se vivenciem condições de incêndio realistas que seriam demasiado perigosas para serem reproduzidas na vida real.

A tecnologia de RV gera fumo, fogo, água e espuma de extinção de incêndios altamente realistas, simulando diversas situações de emergência, como incêndios domésticos, incêndios em aeronaves e incêndios florestais. Os estagiários/as e formandos/as, também usam fatos aquecidos que imitam as temperaturas reais, com um *software* que ajusta a intensidade com base na sua proximidade e orientação em relação ao fogo, aumentando o realismo e a eficácia da experiência de formação (Hoey 2024).

A formação em RV também está a ser adotada na formação de inspetores do trabalho, dotando-os das competências e conhecimentos necessários para avaliar eficazmente os riscos profissionais. A imersão em simulações realistas e interativas, com RV contribui para melhorar o reconhecimento de perigos, as verificações de conformidade e as estratégias de execução, reduzindo simultaneamente a exposição a riscos reais no local de trabalho (Aati *et al.* 2020).

Formação em RV para inspetores

Formação em RV para inspeções de zonas de trabalho nos Estados Unidos da América

No Missouri, Estados Unidos da América, foi desenvolvida uma plataforma de formação interativa em RV para formar inspetores do Departamento dos Transportes responsáveis pela monitorização das zonas de trabalho (Aati *et al.* 2020). A equipa de investigação concebeu dois cenários imersivos de zonas de trabalho em autoestradas, permitindo aos inspetores experimentar condições realistas no local e praticar avaliações de conformidade. Dos 34 inspetores que testaram a plataforma, 97 por cento concordaram que a RV constituía uma ferramenta de formação realista e eficaz.

Programa de formação em RV do Qatar para inspetores do trabalho

O Ministério do Trabalho do Qatar, em cooperação com a OIT, lançou um programa de formação em RV para inspetores do trabalho, o primeiro do género na região (Estado do Qatar 2022). Esta iniciativa melhora o Controlo do cumprimento legal de SST, permitindo aos inspetores explorar locais de construção virtuais, identificar riscos no local de trabalho e corrigir violações de segurança sem entrar em ambientes perigosos. O programa também melhora a orientação para empregadores e trabalhadores, reforçando o cumprimento legal das normas de SST.

Formação VR para inspeções sanitárias em navios

Para fazer face à escassez de agentes de saúde portuária com formação, agravada pela pandemia de COVID-19, a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou uma ferramenta de formação em RV para inspeções sanitárias em navios. Esta plataforma interativa proporciona formação prática, permitindo realizar avaliações sanitárias exaustivas, efetuar avaliações de risco e interagir com as tripulações dos navios num ambiente controlado. Ao simular condições do mundo real, a RV melhora os conhecimentos e a preparação em matéria de SST, garantindo que a identificação e o controlo eficaz dos riscos sanitários. A iniciativa beneficia mais de 230 portos na Região Europeia da OMS e 41 Estados Partes no Regulamento Sanitário Internacional autorizados a emitir certificados sanitários (OMS 2024).

► Melhorar a identificação dos perigos

Para além da formação, a XR é cada vez mais utilizada pelos empregadores para avaliar riscos nos locais de trabalho e identificar perigos. Ao criar modelos virtuais de ambientes de trabalho, a XR permite aos profissionais de segurança identificar potenciais riscos antes do início do trabalho físico, particularmente em locais de difícil acesso ou perigosos, como espaços confinados e instalações industriais de risco elevado (EU-OSHA 2024d). Esta tecnologia permite um planeamento proativo da segurança, reduzindo a probabilidade de acidentes e melhorando a segurança geral dos locais de trabalho.

RV para deteção de riscos de SST na Austrália

A Melbourne Water, uma autoridade estatal da água na Austrália, adotou a tecnologia de RV para melhorar a identificação de riscos de SST nas suas instalações. O sistema de inspeção em RV da Melbourne Water permite às equipas elaborar projetos futuros e detetar riscos para a segurança nos projetos de instalações de tratamento de águas residuais antes do início da construção.

Em 2017, um piloto na estação de tratamento de água de Cresswell demonstrou a eficácia desta abordagem, identificando 20 riscos de segurança utilizando a RV, em comparação com apenas seis riscos detetados com métodos tradicionais. Muitos destes riscos consistiam em problemas ergonómicos que podem ter sido ignorados nas avaliações convencionais. Desde então, o sistema foi implementado no projeto de mais de 10 instalações, melhorando significativamente o controlo dos riscos antes de iniciar a construção.

► Promover a segurança em operações remotas através da utilização de XR e RV

As tecnologias de XR e a RV podem apoiar os trabalhadores e trabalhadoras na realização de tarefas remotas, como por exemplo manutenção de máquinas e operações com equipamentos perigosos, em segurança, através de simulações de contextos reais de trabalho de interações controladas com sistemas virtuais. É possível assim, diminuir a necessidade de presença física nestes locais, e reduzir a exposição direta de pessoas a condições e ambientes perigosos. Deste modo a XR contribui para prevenir acidentes, permite trabalhar de forma segura e saudável e para responder com rapidez a emergências, especialmente nos setores extrativo, da construção, e de outras indústrias pesadas (EU-OSHA 2024d).

1.3.2 Riscos potenciais associados à realidade expandida e virtual

A utilização de tecnologias XR pode introduzir vários riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras que têm de ser cuidadosamente geridos. De acordo com a literatura, esses riscos incluem:

- **Visibilidade reduzida.** Os auscultadores de RV podem reduzir a visibilidade, aumentando o risco de colisões ou de tropeçar em obstáculos (Bérastégui 2024).
- **Desorientação, perturbação do equilíbrio e da coordenação.** A utilização da RV pode afetar o equilíbrio e a coordenação, aumentando o risco de escorregões, tropeções e quedas (Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte 2020).
- **Riscos para a saúde ocular.** A utilização de ecrãs de Realidade Aumentada (RA) pode, dependendo da proximidade do ecrã aos olhos e da duração da exposição, levar à síndrome da visão computacional, caracterizada por tensão ocular, fadiga e privação de sono (Bérastégui 2024; Friemert *et al.* 2019; Stoltz *et al.* 2017; Marklin *et al.* 2022). Por outro lado, a luz dos ecrãs de XR e RV pode danificar a retina e causar heteroforia (Bérastégui 2024). Para evitar estes sintomas, recomenda-se uma duração das sessões entre 55 e 70 minutos (Kourtesis *et al.* 2019).
- **Sobrecarga cognitiva.** Um elevado volume de dados ou conteúdos pode conduzir a uma sobrecarga cognitiva e a danos conexos (Friemert *et al.* 2019).
- **Stresse agudo.** As tecnologias de XR e RV podem desencadear stresse agudo devido à complexidade tecnológica, às lacunas nas competências digitais e à sobrecarga de informação (EU-OSHA 2024d).
- **Convulsões.** Altas taxas de modulação da luz dos auscultadores de RV são um fator de risco de convulsões em pessoas com epilepsia fotossensível (Anses 2021).

► A utilização de XR e o enjoo cibernético (*cybersickness*)

O *cybersickness*¹⁴ é uma experiência semelhante à doença de movimento em XR, causada por fatores como o movimento da câmara, a rotação, a velocidade e a aceleração (Oh e Son 2022). Os sintomas incluem fadiga visual, dores de cabeça, palidez, transpiração excessiva, sensação de secura na boca, tonturas, ataxia, náuseas e cansaço (Souchet *et al.* 2023).

Os estudos realizados demonstram que o enjoo cibernético afeta entre 20 e 80 por cento dos utilizadores de RV, sendo que fatores como a idade, o sexo e a experiência anterior com RV influenciam a suscetibilidade (Brun 2020). As pessoas mais idosas (mais de 50 anos) são mais suscetíveis de serem afetados, tal como as mulheres (Easa 2021). Foi sugerido que a maior incidência de enjoo cibernético nas mulheres pode estar relacionada com a ergonomia dos auscultadores, sendo mais provável que as mulheres tenham uma adaptação pior do que os homens (Stanney *et al.* 2020). Isto pode significar que as trabalhadoras podem correr mais riscos do que os seus pares masculinos quando utilizam a RV durante o trabalho.

¹⁴ <https://www.frontiersin.org/research-topics/12692/cybersickness-in-virtual-reality-versus-augmented-reality>



1.4 Gestão do trabalho por algoritmos

A gestão por algoritmos (GA) atribui, monitoriza e avalia as tarefas de trabalho e o desempenho dos trabalhadores e das trabalhadoras através de uma extensiva recolha de dados, vigilância, tomada de decisões em tempo real e avaliações baseadas em métricas (Mateescu e Nguyen 2019). A GA integra tecnologias digitais, como a análise de grandes volumes de dados (big data), a aprendizagem automática, a geolocalização e os dispositivos vestíveis, para automatizar ou apoiar funções tradicionalmente desempenhadas por pessoas com responsabilidades de gestão (OIT 2022). Embora a sua utilização seja particularmente prevalente nas plataformas digitais de trabalho, a GA expandiu-se para setores tradicionais, estando presente em armazéns, fábricas, centros de atendimento, transportes, cuidados de saúde e na construção (OIT/Comissão Europeia 2024). Por exemplo, nos Estados Unidos da América, 80 por cento dos maiores empregadores privados rastreiam a produtividade individual dos seus trabalhadores e trabalhadoras utilizando sistemas de GA (Kantor *et al.* 2022).

1.4.1 Como pode a gestão por algoritmos contribuir para melhorar a segurança e a saúde no trabalho

Os sistemas de GA têm o potencial de promover o envolvimento e a satisfação dos trabalhadores, e das trabalhadoras concentrando-se no apoio e não no controlo. Por exemplo, abordagens como a *gamificação* podem aumentar a satisfação no trabalho, criando um ambiente de trabalho mais envolvente (Hughes *et al.* 2019). Por outro lado, o alinhamento das tarefas com as preferências dos trabalhadores ou trabalhadoras e a promoção da colaboração entre colegas podem promover maiores níveis de gratificação nos ambientes de trabalho. Alguns estudos demonstraram que, quando os trabalhadores e as trabalhadoras são envolvidos no processo de atribuição de tarefas e as suas preferências são tidas em conta, apresentam uma maior satisfação e melhor desempenho (Feng & Farris, 2020). Os sistemas de GA podem também apoiar a gestão, simplificando a tomada de decisões, melhorando o acesso à informação, e reduzindo as tarefas repetitivas e o stresse (Milanez, Lemmens e Ruggiu 2025).

Os sistemas de GA podem facilitar o equilíbrio entre a vida profissional e a vida pessoal, otimizando as práticas de calendarização. Os algoritmos podem evitar a sobrecarga de trabalho, proporcionando tempos adequados de repouso e mantendo a eficiência operacional (OIT 2021e). Estes sistemas também podem contribuir para uma distribuição de tarefas de forma mais equilibrada entre os trabalhadores e trabalhadoras com base nos dados recolhidos, reduzindo as perceções de favoritismo ou de cargas de trabalho desajustadas, que são fontes comuns de stresse laboral (Mateescu e Nguyen 2019).

A GA pode promover o desenvolvimento de competências. Os sistemas de GA podem identificar lacunas de competências e recomendar planos de formação personalizados, ajudando os trabalhadores especializados a adaptarem-se às mudanças tecnológicas. Esta abordagem pró-ativa não só atenua a ansiedade relacionada com a segurança do emprego, como também aumenta a confiança, a delegação do poder e a progressão da carreira a longo prazo (Murray 2024).

Os sistemas de GA têm potencial para combater a violência e o assédio no local de trabalho, como o assédio digital, através da análise dos padrões de comunicação e da deteção de comportamentos inadequados (EU-OSHA 2022d). Por exemplo, Sánchez-Medina *et al.* (2020) descreveram uma ferramenta baseada em IA capaz de identificar ligações entre certos traços de personalidade (como a psicopatia) e comportamentos de assédio digital. No entanto, a utilização deste tipo de *software* comportamental exige uma supervisão ética para evitar utilizações incorretas ou consequências indesejadas.

1.4.2 Riscos potenciais associados à gestão do trabalho por algoritmos

A implementação da GA pode criar desafios em matéria de SST que exigem uma avaliação e controlo atentos.

Riscos para a segurança. Os riscos de segurança funcional podem surgir devido a ameaças de cibersegurança. As violações de dados ou os incidentes de pirataria informática podem comprometer os controlos de segurança automatizados, originando avarias inesperadas ou expondo os trabalhadores e trabalhadoras a ambientes perigosos devido a falhas nas decisões baseadas em IA (EU-OSHA 2022h).

Riscos ergonómicos. A natureza sedentária das tarefas geridas por algoritmos, especialmente em funções administrativas, aumenta o risco de perturbações músculo-esqueléticas, em que se incluem as dores nas costas e no pescoço (EU-OSHA 2023d). A permanência prolongada na posição sentada, combinada com horários rígidos geridos por algoritmos que limitam os movimentos, pode conduzir a uma má postura, rigidez muscular e condições de dor crónica (EU-OSHA 2023d).

Riscos psicossociais incluindo fatores organizacionais. A utilização de sistemas de gestão por algoritmos pode introduzir novos fatores de stresse, que podem ter impacto na saúde mental, na satisfação profissional e no bem-estar geral. Segue-se alguns dos principais riscos:

- **Controlo do trabalho e autonomia.** Os sistemas de GA supervisionam, monitorizam e controlam frequentemente os processos de trabalho, reduzindo a autonomia dos trabalhadores e das trabalhadoras. Por exemplo, o rastreamento constante das atividades - como as teclas premidas, a duração das chamadas e os tempos de pausa - pode retirar autonomia na decisão aos trabalhadores e trabalhadoras (Piasna 2024; CDT 2021). Este nível de vigilância, associado a avaliações de desempenho baseadas em métricas, pode conduzir à exaustão, ao stresse e a problemas de saúde física, como dores de costas, dores de cabeça e problemas cardiovasculares (Bérastégui 2021).

- **Carga e ritmos de trabalho.** Os sistemas de GA baseados em dados podem aumentar a carga de trabalho e a pressão em função dos prazos, estabelecendo objetivos de produtividade ou fornecendo recomendações em tempo real, incentivando frequentemente os trabalhadores a trabalhar mais depressa e durante períodos mais longos, sem as pausas adequadas (EU-OSHA 2023f, Moore 2018) . As penalizações baseadas em algoritmos, como as deduções automáticas por pequenos atrasos ou erros, aumentam ainda mais a ansiedade e a tensão, afetando a saúde mental dos trabalhadores e das trabalhadoras (EU-OSHA 2023f). Para aumentar a produtividade, as organizações podem recorrer a sistemas que orientem o trabalho sem pequenas pausas, minimizem o tempo de determinados procedimentos ou à obrigação de trabalhar a mais depressa (EU-OSHA 2022d) . As estratégias de gamificação podem incentivar uma intensidade de trabalho excessiva, e os algoritmos por vezes penalizam os trabalhadores e trabalhadoras por fazerem pausas mais prolongadas (OIT 2021e). Esta pressão constante pode originar stresse, insatisfação e a sintomas físicos indesejáveis.
- **Conceção de tarefas e progressão na carreira.** Se os sistemas de GA não forem concebidos tendo em conta a equidade, podem perpetuar enviesamentos prejudiciais na contratação, nas promoções e na atribuição de tarefas, desfavorecendo determinados grupos com base na origem étnica e cultural, no género ou noutros fatores (Murray 2024; Jarrahi *et al.* 2023). Estas práticas podem prejudicar o bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras e ter um impacto negativo na cultura da empresa. Por outro lado, as avaliações de desempenho baseadas em IA podem contribuir para a insegurança no emprego, pelo receio que as avaliações baseadas na automatização possam substituir o julgamento humano, afetando promoções progressão na carreira e a estabilidade no emprego (EU-OSHA 2024b).
- **Isolamento social.** A utilização intensiva da GA pode dar prioridade à produtividade em detrimento da interação entre pares, promovendo o isolamento o desinteresse dos trabalhadores e trabalhadoras. A oportunidades de para socializar e a falta de suporte e comunicação pela gestão contribui para o isolamento social e a insatisfação (EU-OSHA 2022d; Bérastégui 2021).

O impacto da GA na qualidade do emprego e nas condições de trabalho em países selecionados

Um relatório de 2024 da OIT/Comissão Europeia estudou o impacto das práticas de gestão por algoritmos na organização do trabalho, na qualidade do emprego e nas relações laborais nos setores da logística e dos cuidados de saúde em França, Itália, Índia e África do Sul. As conclusões destacaram que os sistemas de GA tiveram um impacto positivo na organização do trabalho em França e em Itália, sem efeitos negativos significativos na qualidade do emprego ou no aumento da vigilância dos trabalhadores e das trabalhadoras. Em contrapartida, na África do Sul e na Índia, a GA conduziu a um declínio da qualidade do trabalho, com claras evidências de um aumento da monitorização, vigilância e na intensidade do trabalho. Estas diferenças realçam o papel dos quadros institucionais e regulamentares na definição do impacto da GA, sublinhando que é a implementação, e não a tecnologia em si, que influencia os resultados (OIT/Comissão Europeia 2024).

- **Privacidade e preocupações éticas.** As ferramentas digitais utilizadas para fins de vigilância nos sistemas gestão por algoritmos são particularmente intrusivas e têm a capacidade de recolher um fluxo constante de dados e informações sobre a localização, as ações e o comportamento de um trabalhador ou trabalhadora, mesmo fora do horário de trabalho. As técnicas para monitorizar os ritmos de trabalho e a assiduidade, por exemplo, incluem o reconhecimento facial automático, a verificação e a análise das comunicações, o rastreamento da localização e a gravação das teclas utilizadas pelos no trabalho remoto através de câmaras web, da atividade do ecrã ou da gravação de voz (Ball 2021) . Estas técnicas de vigilância podem afetar o bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras, a cultura de trabalho, a produtividade, a criatividade e a motivação (Ball 2010) . Para além da monitorização constante, a receção constante de alertas, avisos e lembretes, também induz o stresse para os trabalhadores ou trabalhadoras pela perceção da supervisão constante (EU-OSHA 2022g) .





1.5 Alteração das formas de trabalho através da digitalização

A digitalização dos locais de trabalho transformou o trabalho tradicional realizado no escritório em regimes de teletrabalho e híbridos, originado simultaneamente um crescimento teletrabalho e através de plataformas digitais.

A pandemia da COVID-19 acelerou esta transição, com as medidas de saúde pública a levarem à adoção generalizada do teletrabalho em muitos setores (OIT/OMS 2021). Os avanços nas tecnologias de teletrabalho e de colaboração digital impulsionaram ainda mais esta mudança, permitindo aos trabalhadores e trabalhadoras comunicar, gerir tarefas e desempenhar atividades profissionais remotamente com maior eficiência (Elsamani e Kajikawa 2024).

Embora a prevalência do teletrabalho a tempo completo tenha diminuído após a pandemia, as rotinas de trabalho híbridas tornaram-se a norma. Por exemplo, um estudo realizado nos EUA concluiu que 41 por cento dos trabalhadores e trabalhadoras com empregos que podem ser realizados remotamente encontram-se a trabalhar num regime híbrido (Parker 2023). No entanto, nem todas as tarefas podem ser efetuadas em regime de teletrabalho. Na UE, estima-se que 38,5 por cento do trabalho dependente seja compatível com o teletrabalho, sendo mais comum em empregos mais bem remunerados e com utilização intensiva de computadores que exigem levados níveis habilitação (Eurofound 2022). O teletrabalho é mais prevalente entre os trabalhadores com elevadas qualificações, particularmente as mulheres, os residentes urbanos e os que trabalham no setor dos serviços financeiros, nas tecnologias da informação e no jornalismo (Eurofound 2022; WEF 2023). Exemplos de funções altamente ajustáveis ao teletrabalho incluem a gestão de bases de dados, a análise financeira e atividades de escritório (Eurofound 2022).

Para além do teletrabalho, a digitalização também facilitou a expansão do trabalho em linha e através de plataformas de trabalho digitais, reconfigurando os empregos tradicionais. As plataformas de trabalho digital desempenham atualmente um papel importante na evolução do panorama laboral, contribuindo para a organização e facilitando a intermediação entre clientes e prestadores de serviços através de tarefas realizadas em linha com base na localização. As plataformas digitais apoiam um conjunto diversificado de atividades profissionais, nomeadamente a tradução, o design, a análise de dados, a moderação de conteúdos, o desenvolvimento de *software*, a escrita, a assistência virtual e o apoio ao cliente. As plataformas baseadas na localização utilizam a localização de um dispositivo para gerir serviços a pedido, tais como o transporte de passageiros, a entrega de alimentos, cuidados ao domicílio, serviços de limpeza, o cuidado de animais, reparações, planeamento de eventos, compras pessoais e serviços postais. A nível mundial, estima-se que entre 154 milhões e 435 milhões de¹⁵ trabalhadores e trabalhadoras se dedicam ao trabalho através de plataformas, o que representa até 12 por cento da mão de obra mundial (Datta et al. 2023). O número destas plataformas tem crescido significativamente, com estimativas de aumento de 193 em 2010 para 1070 em 2023. Os países em desenvolvimento a registaram um crescimento particularmente rápido da procura. Estas plataformas promovem a inovação e criam oportunidades de trabalho, para as pessoas, para as empresas e para a sociedade. Entre o total das plataformas, 357 baseiam-se no teletrabalho, seguindo-se serviços de entrega (334), o transporte individual de passageiros (119), o trabalho de assistência (121), o trabalho doméstico (117) e as plataformas híbridas (22) que oferecem múltiplos serviços (OIT 2024c).

1.5.1 De que modo as novas formas de trabalho podem contribuir para melhorar a segurança e a saúde no trabalho

Uma das principais vantagens do trabalho à distância é a flexibilidade que oferece. O teletrabalho permite que as pessoas possam organizar os seus horários de forma autónoma e adaptar

¹⁵ Estimativa em função do método utilizado

as tarefas para melhor atender às suas necessidades individuais. As tecnologias digitais permitem que o trabalho seja realizado a qualquer hora e em qualquer lugar, eliminando a necessidade de um local de trabalho fixo (ILO/Eurofound 2017). Este facto reduz o tempo de deslocação, permitindo que os trabalhadores e trabalhadoras dediquem mais tempo ao desenvolvimento pessoal e à vida familiar (McAllister et al. 2022; EU-OSHA 2023d). Esta flexibilidade não só reduz o stress como pode apoiar a saúde mental, promover o desenvolvimento de competências, a criatividade e um melhor equilíbrio entre as responsabilidades profissionais, familiares e sociais (OIT, 2021). Por exemplo, em França, 85 por cento dos inquiridos em teletrabalho, referiram uma maior liberdade para gerir o seu tempo, enquanto 88 por cento notaram um melhor equilíbrio entre a vida profissional e a vida pessoal nos dias de teletrabalho (Lasfargue e Fauconnier 2015). Esta autonomia conduz frequentemente a uma maior satisfação no trabalho e a um melhor bem-estar pessoal (Indradewa 2023).

As plataformas digitais podem reforçar a inclusão, criando oportunidades para trabalhadores e trabalhadoras com menores possibilidades de obterem emprego, incluindo pessoas com deficiência, mais velhas e com responsabilidades nos cuidados. Ao quebrar as barreiras geográficas e institucionais, as plataformas proporcionam emprego a pessoas que, de outra forma, poderiam enfrentar desafios no acesso aos mercados de trabalho tradicionais, como as mulheres sobre quem recaem as tarefas de cuidados ou os trabalhadores e trabalhadoras em áreas com poucas oportunidades de emprego (OIT 2021a; OIT/Eurofound 2017).

Nos casos dos trabalhadores mais velhos e das pessoas com deficiência, as plataformas digitais de trabalho oferecem opções remotas que eliminam a necessidade de deslocação ou de navegação em locais de trabalho inacessíveis (ILO 2021d). Ou seja, o trabalho remoto pode aumentar significativamente as oportunidades de emprego para pessoas com limitações de mobilidade (EU-OSHA 2023e).

1.5.2 Riscos potenciais associados ao trabalho remoto e ao teletrabalho

O trabalho remoto coloca desafios aos empregadores no que respeita à garantia de um ambiente de trabalho seguro e saudável. Sem supervisão direta ou avaliações de risco regulares, perigos como a más condições ergonómicas, os riscos ambientais e medidas de segurança inadequadas podem passar despercebidos, ampliando as preocupações em matéria de SST (OIT/OMS 2021). O trabalho através de plataformas digitais apresenta riscos adicionais, uma vez que muitos trabalhadores e trabalhadoras operam em ambientes menos regulamentados com proteções limitadas (OIT 2019; Eurofound 2022). Este desafio é ainda agravado pelo número crescente de trabalhadores independentes, que muitas vezes não são abrangidos pela regulamentação existente em matéria de SST, o que suscita preocupações quanto à responsabilidade pela segurança e saúde no local de trabalho. Os modelos de negócio e as estruturas de emprego em evolução, impulsionados pelo trabalho em linha e flexível, juntamente com a ascensão da gestão por algoritmos e da IA, estão a transformar a organização do trabalho, tornando cada vez mais difícil observar as normas de segurança e garantir proteções adequadas em matéria de SST (EU-OSHA 2025).

Riscos ambientais e de segurança. Sem avaliações de risco regulares, os espaços de trabalho remoto podem ter uma iluminação inadequada, má qualidade do ar, riscos elétricos e desconforto térmico. Além disso, as pessoas que trabalham no seu domicílio podem estar expostas a riscos de incêndio e não ter a preparação adequada para emergências, uma vez que os regulamentos de segurança não são sistematicamente fiscalizados em residências privadas (EU-OSHA 2024c). Os trabalhadores e trabalhadoras das plataformas, em especial quem trabalha em serviços de entrega e de transporte de passageiros, enfrentam riscos de segurança acrescidos, nomeadamente uma probabilidade maior de sofrerem acidentes rodoviários devido às longas jornadas de trabalho e a condições de trânsito adversas (EU-OSHA 2024e; OIT 2024c). Além disso, os trabalhadores independentes frequentemente não dispõem de medidas de segurança implementadas pelo empregador, ou formação adequada, bem como de equipamentos de proteção ou acesso a serviços de saúde ocupacional, o que aumenta a sua vulnerabilidade a lesões relacionadas com o trabalho (Eurofound 2022).

Riscos ergonómicos: Os postos de trabalho remotos não dispõem de uma configuração adequada, o que aumenta o risco de perturbações músculo-esqueléticas, de que são exemplo dores lombares

e cervicais (Fadel et al. 2023). No México e na Índia, apenas 27 por cento e 16 por cento das pessoas que trabalham no domicílio, respetivamente, têm um espaço de trabalho especificamente dedicado à sua atividade profissional. (OIT 2021d). Os riscos ergonómicos comuns incluem uma posição sentada prolongada, movimentos repetitivos das mãos e dos pulsos e um mau posicionamento do ecrã de visualização, que podem contribuir para o desconforto físico, a tensão ocular e a fadiga (EU-OSHA 2021a). A natureza sedentária do teletrabalho e do trabalho através de plataformas agrava ainda mais estes riscos, contribuindo para a obesidade, a diabetes e as doenças cardiovasculares, uma vez que os trabalhadores e trabalhadoras passam longas horas sem pausas adequadas para se movimentarem (EU-OSHA 2024b). Além disso, trabalhar em ambientes não concebidos para esse efeito, como cafés ou espaços partilhados, pode aumentar a tensão física devido a assentos inadequados, secretárias com altura inapropriada e ruído de fundo excessivo, afetando tanto o conforto como a produtividade.

Riscos para a saúde ocular. A Associação Americana de Optometria¹⁶ adverte que trabalhar duas ou mais horas contínuas com ecrãs de visualização enfrentam especial risco de tensão ocular. Adicionalmente, a exposição à luz azul elevada intensidade dos ecrãs de pode perturbar os padrões de sono e danificar potencialmente as células da retina (Cougnard-Gregoire et al. 2023).

Riscos psicossociais incluindo fatores organizacionais. O trabalho à distância durante muito tempo tem sido associado ao esgotamento profissional (*burnout*) dos trabalhadores ou trabalhadoras, à exaustão emocional, à tensão psicológica, à redução do desempenho profissional, à elevada rotatividade e a baixos níveis de realização profissional (Costin et al. 2023).

► **Aumento da carga de trabalho e do ritmo de trabalho .** O teletrabalho pode comportar elevados níveis de exigência e de intensidade devido a uma estrita monitorização, horários de trabalho alargados e expectativas de disponibilidade constante (OIT/Eurofound 2017). Vários estudos reconhecem que as pessoas em teletrabalho normalmente trabalham durante períodos mais longos quando comparadas com as que trabalham no escritório (Rebelo et al. 2024). Num inquérito em que participaram 406 trabalhadores e trabalhadoras em regime de teletrabalho em França, 61 por cento afirmaram que o seu tempo de trabalho tinha aumentado (Lasfargue e Fauconnier 2015). Em algumas pessoas continuam a trabalhar apesar de estarem doentes, evitando tirar licença por doença - “presenteísmo” - o que pode levar ao esgotamento a longo prazo (Steidelmüller et al. 2020; EU-OSHA 2024c). Para os trabalhadores e trabalhadoras das plataformas, a intensificação da carga de trabalho é muitas vezes impulsionada pela programação algorítmica, em que os objetivos de desempenho são estabelecidos pela IA incentivando o envolvimento contínuo e limitam as oportunidades de descanso (EU-OSHA 2023h).

► **Perda de controlo e de autonomia no trabalho.** A utilização alargada de práticas de vigilância digital para monitorizar os trabalhadores em teletrabalho pode ter amplas repercussões na qualidade do emprego, conduzindo à intensificação do trabalho, à redução da autonomia e à desconfiança recíproca entre os trabalhadores ou trabalhadoras e a gestão (EU-OSHA 2023h). Samek Lodovici et al. (2021) analisaram as implicações do teletrabalho na flexibilidade, na autonomia, na intensidade do trabalho, no equilíbrio entre a vida profissional e familiar e na saúde e segurança, concluindo que a vigilância constante e a tomada de decisões baseada em algoritmos podem criar ansiedade, reduzindo o bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras e aumentando a tensão psicológica.

► **Isolamento social e fraco equilíbrio entre vida profissional e familiar.** Os canais de comunicação virtual resultam frequentemente numa menor interação social, o que leva a sentimentos de isolamento, solidão e relações menos próximas entre pares, que podem comprometer a produtividade e a criatividade (Figueiredo et al. 2024; Shirmohammadi et al. 2022). Por exemplo, 56,8 por cento das pessoas que trabalham no em casa na União Europeia (UE), referiram isolamento social (EU-OSHA 2023e). Do mesmo modo No Brasil, 63 por cento dos teletrabalhadores referiram o isolamento dos colegas como uma das principais desvantagens dos seus regimes de teletrabalho (ILO/Eurofound 2017). Esta modalidade também pode exigir ter que trabalhar em horários não sociais, limitando a flexibilidade dos trabalhadores para gerir os seus horários e afetando o equilíbrio entre a vida profissional e a vida privada, podendo acentuar ainda mais o isolamento social (ILO 2021e). Os trabalhadores das plataformas, especialmente nos serviços a pedido, como o transporte de passageiros e a entrega de alimentos, carecem frequentemente de uma comunidade de trabalho estável, contribuindo ainda mais para a desconexão social (Eurofound 2023).

► **Violência e assédio:** Os ambientes de trabalho remotos e o teletrabalho podem promover o assédio laboral, uma vez que os comportamentos desadequados, como a linguagem depreciativa, a exclusão social e as ameaças, podem ser mais persistentes nos espaços digitais (Javed et al. 2023). O assédio digital pode induzir situações graves de stresse, ansiedade com impactos longo prazo na saúde mental (Farley et al. 2015).

¹⁶ https://www.aoa.org/aoa/documents/healthy%20eyes/digital_eyestrain.pdf

Os trabalhadores ou trabalhadoras que desempenham funções de atendimento público encontram-se particularmente expostos ao assédio digital por parte dos clientes, o mesmo se verificando com jornalistas e outros profissionais que lidam com o público (PersVeilig 2021). Os trabalhadores ou trabalhadoras das plataformas, nomeadamente em serviços de entrega e de transporte, também enfrentam riscos significativos de violência física e digital. Muitos relatos pessoais, referem ter sido vítimas de abusos verbais, ameaças e ataques físicos por parte de clientes ou outros utentes da estrada, tendo alguns incidentes evoluído para roubo ou agressão (EU-OSHA 2023h; ILO 2024c). A falta de medidas de segurança por parte dos empregadores, tais como sistemas de apoio de emergência ou políticas claras de prevenção da violência, agrava ainda mais estes riscos. Um inquérito realizado a 165 organizações de parceiros sociais revelou que 80 por cento dos inquiridos consideravam a violência e o assédio por terceiros pessoas um problema grave, sendo o assédio verbal e psicológico as formas mais denunciadas (Pillenger 2023). Para os trabalhadores das plataformas, a ausência de postos de trabalho seguros e a natureza imprevisível das suas interações aumentam a sua vulnerabilidade tanto ao assédio como à violência física (Eurofound 2023).

► **Orientações sobre *Teletrabalho Seguro e Saudável***

A OIT e a OMS desenvolveram uma síntese a intitulada *Teletrabalho Seguro e Saudável* (OIT/OMS 2021). O objetivo deste documento é fornecer informações técnicas aos empregadores, aos trabalhadores e seus representantes sobre o impacto do teletrabalho na saúde, na segurança e bem-estar. Fornece conselhos práticos sobre como organizar e realizar o teletrabalho de uma forma que proteja e promova a saúde física e mental e o bem-estar social.



A digitalização da cadeia de abastecimento: Considerações sobre SST

Milhões de trabalhadores e trabalhadoras foram, e continuam a ser, afetados pelas tecnologias digitais, entre os quais destacam-se as pessoas que contribuem diretamente para o setor das tecnologias digitais, particularmente na produção, gestão de resíduos e aplicação de tecnologia. Esta questão é abordada na publicação *Feeding the Machine. The Hidden Human Labour Powering AI* (Muldoon *et al.* 2024), que refere a mão de obra invisível que contribui para o crescimento da IA. Independentemente do setor ou da função, as tecnologias digitais, como a IA, são frequentemente alimentadas por milhões de trabalhadores e trabalhadoras com salários mais baixos, que executam tarefas repetitivas em condições de trabalho difíceis (Williams 2022). Alguns destes empregos existem há anos, mas a rápida expansão de setores específicos aumentou a pressão sobre estas pessoas, muitas vezes sem proteções adequadas em matéria de SST. Além disso, muitos destes trabalhadores e trabalhadoras estão na economia informal e, por conseguinte, não estão abrangidos pela legislação ou regulamentação de SST.

Trabalhadores ao serviço das tecnologias digitais

Anotação de dados

A anotação de dados - o processo de preparação de dados para modelos de aprendizagem por computador - apresenta desafios significativos em termos de SST. Pode assumir várias formas, incluindo a etiquetagem, a marcação, a transcrição e o processamento. O trabalho é visto como não qualificado, mas a anotação exata e de alta qualidade é dispendiosa e demorada (Smart *et al.* 2024). Os trabalhadores e trabalhadoras que executam frequentemente tarefas altamente repetitivas encontram-se sob vigilância rigorosa, enfrentando práticas laborais abusivas e não regulamentadas (Williams 2022). Muitas destas pessoas são obrigadas a classificar conteúdos tóxicos sem a devida transparência, compensação justa ou recursos que lhes permitam gerir o impacto psicológico da exposição a material perturbador (Jensen 2024).

Moderação de conteúdos

A moderação de conteúdos desempenha um papel fundamental para garantir a segurança dos espaços em linha, através da análise e remoção e removendo conteúdos ofensivos ou nocivos gerados por quem os utiliza. Espera-se que processem 500 a 1000 bilhetes diariamente, expondo-os a gráficos (Muldoon *et al.* 2024) e material explícito sem apoio adequado em matéria de saúde mental ou tempo para recuperarem do que testemunham. Esta exposição contínua a conteúdos violentos e perturbadores apresenta sérios riscos para a saúde mental, incluindo sintomas de stress pós-traumático e traumático secundário, fadiga da compaixão e esgotamento. Apesar destes riscos, alguns moderadores são obrigados a assinar declarações de exoneração de responsabilidade, reconhecendo a possibilidade de efeitos adversos para a saúde mental e de perturbações de stress pós-traumático decorrentes do seu trabalho (BBC News 2021).

Engenharia de aprendizagem automática

A engenharia de aprendizagem automática exige pessoas com competências técnicas de programação que constroem sistemas de IA que utilizam grandes conjuntos de dados para

gerar e desenvolver algoritmos capazes de aprender e fazer previsões (BrainStation 2024) . O seu trabalho está associado a salários atrativos, tecnologias de ponta, variedade e elevada procura (run:ai s.d.) . No entanto, o trabalho pode ser exigente e stressante devido à complexidade e ao volume avassalador de dados envolvidos (teal s.d.) .

Analistas de grandes volumes de dados

Os grandes volumes de dados (*Big data*) referem-se a grandes conjuntos de dados numerosos complexos, produzidos por fontes como pessoas, máquinas ou sensores e que aumentam rapidamente de dimensão (Comissão Europeia 2016) .Ocupam demasiado espaço para serem tratados pelos sistemas tradicionais de gestão de dados (Google Cloud s.d.) . A análise de grandes volumes de dados envolve o exame destes conjuntos de dados utilizando ferramentas como a IA, a aprendizagem automática e a análise estatística para extrair conhecimentos significativos (Ishwarappa e Anuradha 2015). No entanto, persistem desafios relacionados com a privacidade, a segurança e a governação dos dados, em especial quando se trata de informações sensíveis (Rawat e Yadav 2021). Além disso, a escassez de profissionais qualificados em ciência e análise de dados limita o potencial dos ambientes de Mega dados (Google Cloud s.d.).

Trabalhadores da produção tecnológica e da gestão de resíduos

Extração de minerais essenciais

Minerais como o cobalto, o lítio e o cobre são componentes essenciais das tecnologias digitais, mas a sua extração, ocorre frequentemente em minas informais, onde trabalham pessoas em condições perigosas (Wilson Center 2021) . O rápido crescimento da procura destes minerais devido aos avanços tecnológicos coloca uma pressão adicional sobre a indústria extrativa. Os trabalhadores e trabalhadoras, particularmente nos países em desenvolvimento, enfrentam riscos significativos para a sua segurança e para a saúde (Landrigan *et al.* 2022) . Por exemplo, mais de metade do abastecimento mundial de cobalto, utilizado em dispositivos eletrónicos portáteis e baterias recarregáveis, provém da República Democrática do Congo, onde a extração deste mineral está ligada a operações informais nas quais há crianças em situação de trabalho infantil, riscos de segurança, abusos ambientais e corrupção (Wilson Center 2021) .

Trabalhadores das linhas na montagem tecnológica

Os trabalhadores e trabalhadoras das linhas de montagem tecnológicas enfrentam longas horas e condições de trabalho inseguras, com uma compensação mínima (Judge 2023) . No entanto, a integração da IA e da automatização tem potencial para melhorar os processos de produção e as normas de segurança, reduzindo os erros humanos e a carga de trabalho em ambientes perigosos.

Resíduos eletrónicos

À medida que a produção e a utilização de tecnologia se expandem rapidamente, prevê-se que a quantidade de resíduos eletrónicos (e-waste) aumente para 75 milhões de toneladas até 2030 e atinja 111 milhões de toneladas até 2050 (Parajuly *et al.* 2019). Os resíduos eletrónicos estão a tornar-se um recurso cada vez mais importante para quem trabalha na economia informal ao longo da cadeia de valor destes resíduos eletrónicos, que recuperam, reparam, recondicionam, reutilizam, reaproveitam e reciclam equipamentos elétricos e eletrónicos, mas que frequentemente se encontra exposto ou exposta a condições de trabalho perigosas (s) perigosas (s) (OIT 2021c). Esta situação apresenta graves riscos para a saúde (cancros, doenças pulmonares e doenças cardiovasculares) devido a produtos químicos tóxicos e sua à eliminação inadequada (OIT 2021c).

No entanto, a IA e os sistemas automatizados poderão contribuir para melhorar os processos de reciclagem, reduzindo a exposição a substâncias nocivas e assegurando uma gestão mais eficiente dos recursos.

Considerações sobre o ambiente e a saúde ocupacional

A digitalização surgiu como um elemento fundamental na redução da poluição e na promoção de uma mudança para uma economia com baixas emissões de carbono (Huang *et al.* 2024). Os sistemas alimentados por IA, como os contadores inteligentes, as redes elétricas ativas e os sensores, podem melhorar a eficiência e a fiabilidade energética, contribuindo para ambientes de trabalho mais seguros e sustentáveis (OCDE, s.d.). Tal como demonstram várias publicações recentes da OIT^{17,18}, as alterações climáticas apresentam uma grande variedade de riscos para a segurança e para a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras nomeadamente através da exposição ao calor excessivo, à radiação solar ultravioleta, à poluição atmosférica, a fenómenos meteorológicos extremos, a doenças transmitidas por vetores e a produtos químicos.

Nos locais de trabalho com tecnologias como a IA, combinada com a RV e a XR, **facilitam o trabalho remoto e a colaboração virtual**, reduzindo a necessidade de deslocações e diminuindo a pegada de carbono das organizações. Por exemplo, a alteração de reuniões presenciais para reuniões virtuais pode reduzir as emissões de carbono em 94 por cento e a utilização de energia em 90 por cento (Tao *et al.* 2021). Estes avanços não só contribuem para a sustentabilidade, como também aumentam a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras, minimizando a exposição a ambientes perigosos.

No entanto, há que ter em conta as crescentes necessidades energéticas e os custos ambientais da IA. Prevê-se que os centros de dados baseados em IA, significativamente mais intensivos em termos energéticos do que as aplicações típicas de nuvem, aumentem as emissões globais de carbono e o consumo de água, sublinhando a necessidade de práticas sustentáveis no seu funcionamento (Goldman Sachs 2024).

Concentrar-se na integração da IA na SST de forma responsável pode maximizar os seus benefícios e minimizar o seu impacto ambiental, promovendo ambientes de trabalho mais seguros, saudáveis e sustentáveis.

¹⁷ Ver *Garantir a segurança e a saúde no trabalho num clima em mudança* (OIT, 2024), *Garantir a segurança e a saúde no trabalho num clima em mudança - Síntese do relatório*

¹⁸ Ver *Heat at Work: Implications for safety and health* (OIT, 2024),



2

Abordar a SST na era digital: Políticas, lacunas, e iniciativas colaborativas

As tecnologias estão a ser rapidamente adotadas pelas organizações, verificando-se uma preocupação cada vez maior na utilização dos seus potenciais benefícios, e simultaneamente em atender aos riscos consideráveis que elas representam para a segurança e saúde dos trabalhadores e trabalhadoras.

Nas iniciativas mais recentes a nível internacional, regional e nacional são cada vez mais frequentes as abordagens da relação entre a da SST e a digitalização. Estas iniciativas incluem disposições relacionadas com as novas tecnologias nas políticas e práticas de SST, bem como a integração de considerações de SST em estratégias de digitalização mais amplas.

Embora a regulamentação existente em matéria de SST em geral, estabeleça o dever de proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras, contra os tipos de riscos, incluindo os resultantes das tecnologias digitais, verifica-se que a legislação especialmente concebida para atenuar os impactos específicos da digitalização é bastante limitada. Paralelamente às atualizações legislativas para colmatar estas lacunas, as normas de aplicação voluntária, os programas de formação e



as campanhas de sensibilização são determinantes para promover ambientes de trabalho mais seguros. A investigação e a recolha de dados sobre os impactos positivos e negativos da digitalização na segurança e saúde dos trabalhadores e trabalhadoras são essenciais para a elaboração de políticas fundamentadas. Os parceiros sociais desempenham um papel crucial na definição das respostas à integração das tecnologias digitais pelas empresas. O envolvimento dos parceiros sociais é essencial para garantir a conceção e a implementação de forma segura, saudável e equitativa destas tecnologias (Berg *et al.* 2023).

Esta secção analisa os esforços mundiais, regionais e nacionais para salvaguardar a SST na transição digital, juntamente com as ações a nível dos locais de trabalho para aproveitar os benefícios da digitalização e, ao mesmo tempo, prevenir e gerir os riscos emergentes.



2.1 Esforços mundiais para garantir um trabalho seguro e saudável na transição digital

2.1.1 O papel da OIT

Garantir o princípio e o direito fundamental a um ambiente de trabalho seguro e saudável, requer preparação para responder os desafios da evolução do trabalho, em que os perigos novos e emergentes - incluindo aqueles que forem introduzidos pela digitalização - devem ser geridos da mesma forma que os riscos prevalentes.

As convenções fundamentais de Segurança e Saúde no Trabalho (nomeadamente, a Convenção (n.º 155) sobre a Segurança e Saúde dos trabalhadores, de 1981, e a Convenção (n.º 187) sobre o Quadro Promocional para a Segurança e Saúde no Trabalho, de 2006)¹⁹ proporcionam um quadro amplo e flexível para uma abordagem sistémica da SST, adaptável à evolução dos riscos nos locais de trabalho.

► A relevância das Convenções fundamentais de SST para enfrentar os novos desafios associados à digitalização

A Convenção (n.º 155) estabelece objetivos fundamentais e define os princípios básicos de uma política nacional coerente em matéria de SST. Aplica-se a trabalhadores e trabalhadoras de todos os ramos de atividade e é a mais completa das normas atuais. A Convenção (n.º 187) defende a melhoria contínua dos quadros nacionais de SST, garantindo que as políticas continuam a responder às mudanças no mundo do trabalho, incluindo as impulsionadas pela transformação digital.

- De acordo com a Convenção (n.º 155), artigo 4.º, os Estados-membros, em consulta com as organizações de empregadores e de trabalhadores mais representativas, devem **formular, implementar e rever periodicamente uma política nacional coerente em matéria de SST e ambientes de trabalho**, tendo como objetivo a prevenção de acidentes de trabalho e doenças profissionais através da eliminação ou mitigação das causas dos riscos. No contexto da digitalização e de um mundo do trabalho em constante evolução, as políticas de SST podem integrar os desafios e oportunidades associados às tecnologias emergentes, definindo medidas para avaliar e mitigar os seus riscos.
- O artigo 4.º, n.º 3, da Convenção (n.º 187) destaca o **papel dos organismos tripartidos na promoção de uma cultura de prevenção em segurança e saúde no trabalho**, assegurando que todas as partes interessadas, intervenientes, incluindo os empregadores e os trabalhadores, estejam ativamente envolvidas. Os organismos tripartidos podem desempenhar um papel importante nas respostas às questões colocadas pela introdução de novas tecnologias que estão a ser rapidamente

¹⁹ Os Estados-Membros, independentemente do estatuto de ratificação, têm o dever de respeitar, promover e concretizar as disposições estabelecidas nas convenções fundamentais de SST.

implantadas nos locais de trabalho, garantindo a aplicação de medidas preventivas adequadas.

- Os trabalhadores têm o direito de se retirarem de situações que considerem, de **forma razoável, representarem um perigo iminente e grave para a sua vida ou saúde** (artigo 13.º da Convenção n.º 155). Este direito é extensivo às situações colocadas pelas novas tecnologias, por exemplo, o mau funcionamento de robots avançados.
- Os empregadores **devem assegurar**, na medida do possível, **que as máquinas, os equipamentos e os processos sob o seu controlo são seguros e não apresentam riscos para a saúde** (artigo 16.º da Convenção n.º 155). Esta obrigação estende-se às ferramentas digitais e aos sistemas automatizados, cujos riscos potenciais associados às novas tecnologias quais devem ser abordados pelos empregadores, tais como os decorrentes das interações humano-máquina, o mau funcionamento dos sistemas e dos problemas ergonómicos ou de saúde mental que lhes estão.
- A Convenção (n.º 155) sublinha a importância de **disponibilizar formação e informação adequadas aos trabalhadores** - um princípio que se torna ainda mais importante à medida que são introduzidas novas tecnologias digitais, como a IA ou a XR (artigo 19.º).
- Os artigos 19.º e 20.º da Convenção (n.º 155) destacam a importância da **cooperação entre empregadores e trabalhadores na aplicação de medidas de SST a nível dos locais de trabalho**.

As Convenções (n.º 155) e (n.º 187) sublinham o papel fundamental das organizações de empregadores e de trabalhadores na gestão da SST, tanto a nível nacional como nos locais de trabalho. Esta colaboração garante políticas de SST inclusivas em que os desafios colocados pela digitalização, são abordados com o intuito de estabelecer um equilíbrio entre os avanços tecnológicos e a proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras.

Para além das convenções fundamentais, existem outros instrumentos de SST que estabelecem prescrições e proporcionam informações úteis que são importantes para melhorar os aspetos de SST relacionados com a digitalização.

- A **Convenção (n.º 161) sobre os Serviços de Saúde no Trabalho, de 1985**, enfatiza o papel dos serviços de saúde no trabalho na identificação de perigos e avaliação dos riscos nos locais de trabalho e na disponibilização de orientações sobre a organização do trabalho, incluindo a conceção dos postos de trabalho e a utilização de máquinas, ferramentas e equipamentos.
- A **Recomendação (n.º 194) sobre a Lista de Doenças Profissionais, de 2002** inclui doenças causadas por agentes físicos, químicos e biológicos, perturbações musculoesqueléticas e perturbações mentais e comportamentais, que podem ser impulsionadas pela crescente digitalização.
- A **Convenção (n.º 190) sobre a Violência e o Assédio, 2019** proporciona o enquadramento para prevenir e eliminar a violência e o assédio no mundo do trabalho, incluindo as ocorrências através das tecnologias digitais, o que pode ser relevante para prevenir o assédio digital entre outros riscos associados à crescente digitalização.

Para além das Convenções e Recomendações existentes, durante a 113.ª (em 2025) e a 114.ª (em 2026) sessões da Conferência Internacional do Trabalho será debatida a eventual adoção de normas sobre o

trabalho digno na economia de plataformas, que incluirão considerações sobre SST.²⁰ Estão igualmente previstas futuras ações normativas em matéria de ergonomia e segurança de máquinas.²¹

Entre as várias diretrizes técnicas e Códigos de Práticas da OIT, o **Code of Practice on Protection of Worker's Personal Data (Código de Práticas sobre a Proteção dos Dados Pessoais dos Trabalhadores)**²² apresenta orientações particularmente relevantes num mundo do trabalho caracterizado cada vez mais pelo processamento de grandes quantidades de dados pessoais.

A OIT tem vindo abordar ativamente os desafios e as oportunidades da digitalização do trabalho através de um conjunto de iniciativas destinadas a apoiar os governos, os trabalhadores e os empregadores a atuar perante esta transformação. Por exemplo, a Estratégia Global da OIT para a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) 2024-2030²³ enfatiza a necessidade de aprofundar a investigação e de instrumentos para beneficiar das oportunidades e responder aos desafios das novas tecnologias. A OIT também criou o Observatório sobre Inteligência Artificial e Trabalho na Economia Digital²⁴ cujo objetivo é servir como uma plataforma de recursos em conhecimento para apoiar os governos e os parceiros sociais na compreensão e gestão da transformação digital do trabalho.²⁵

A publicação da OIT, *Social Dialogue Report 2024: Peak-level Social Dialogue for Economic Development and Social Progress*, também refere o papel determinante do diálogo social nas respostas às transformações impulsionadas pela digitalização dos locais de trabalho, sublinhando a necessária colaboração entre governos e parceiros sociais com vista a garantir soluções consensuais e o trabalho digno na era digital.

Várias iniciativas de investigação a nível sub-regional têm explorado ativamente a relação entre a SST e a digitalização trabalho. Segue-se alguns exemplos:

- Investigação sobre plataformas digitais de trabalho no Uganda, Nigéria, Índia e Quênia.
- Realização de estudos de caso sobre práticas de gestão por algoritmos, abrangendo setores como o comércio a retalho e os serviços bancários no Chile, a indústria automóvel na Argentina e na Malásia e a indústria eletrónica na Malásia. Foram também realizados estudos de caso sobre práticas de gestão por algoritmos nos setores da logística e dos cuidados de saúde em Itália, França, Índia e África do Sul (OIT/Comissão Europeia, 2024).
- Realização de inquéritos sobre cadeias de abastecimento de IA e processos de contratação externa por empresas na Índia e no Quênia, estando prevista igualmente a inclusão eventual das Filipinas.

2.1.2 Iniciativas internacionais

Alguns grupos internacionais promoveram iniciativas abrangentes para responder aos desafios colocados pelas tecnologias digitais.

- **O Plano de Ação do G7 para a integração no mundo do trabalho, da IA segura, protegida, fiável e centrada no ser humano**, destaca o controlo do cumprimento legal de SST e das normas de SST, que contemplem em simultâneo os impactos da IA na SST, nomeadamente em processos de avaliação de riscos e de auditorias.

As instituições internacionais de SST também têm desenvolvido atividades e iniciativas que se centram em aspetos específicos da digitalização e dos seus impactos na segurança e saúde no trabalho.

- A **International Ergonomic and Human Factors Association**²⁶ promoveu vários webinários relacionados com a IA e a interação entre humanos e robôs. Vários investigadores especialistas internacionais em robótica contribuíram para estes webinários com diferentes perspetivas sobre fatores humanos e ergonomia na robótica.
- A **Institution of Occupational Safety and Health**²⁷ tem participado ativamente em iniciativas que abordam a digitalização em SST. Entre elas, destaca-se a promoção de uma série de webinários sobre

²⁰ Ver GB.347/INS/2/1/Decision

²¹ Ver GB.331/LILS/2

²² <https://www.ilo.org/resource/other/protection-workers-personal-data>

²³ https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_protect/%40protrav/%40safework/documents/policy/wcms_897539.pdf

²⁴ <https://www.ilo.org/all-resources-for-topic?cf0=1781%206106%206126>

²⁵ Atualmente, abrange quatro áreas temáticas: IA, GA, trabalho em plataformas digitais e proteção de dados pessoais dos trabalhadores e trabalhadoras, embora haja a previsão de integrar mais áreas temáticas no futuro.

²⁶ *International Ergonomics & Human Factors Association*

²⁷ *AI and tech in safety and health*

a “Demystifying AI for Health and Safety”, que reuniu especialistas para debater forma como a IA pode ser utilizada para melhorar os procedimentos de segurança, a gestão dos riscos e simplificar as operações nos locais de trabalho.

- A **International Organization for Standardization** elaborou várias normas relacionadas com as **tecnologias da informação e a inteligência artificial, que incluem a gestão de riscos**²⁸. Foram desenvolvidas normas de segurança para o setor da robótica industrial²⁹, bem como para o setor da robótica não industrial (serviços)³⁰. Outras áreas de atividades de normalização de robótica incluem critérios de desempenho, desagregação e vocabulário (IFR s.d.). Atualmente, não existem normas técnicas ou de segurança centradas exclusivamente em exoesqueletos. No entanto, uma norma internacional existente, “Robots and robotic devices - Safety requirements for personal care robots”³¹ aborda os requisitos de segurança para robôs de cuidados pessoais, alguns dos quais podem ser considerados exoesqueletos.

As organizações internacionais de empregadores e de trabalhadores têm promovido um número crescente de iniciativas sobre as oportunidades e os desafios colocados pela digitalização nos locais trabalho.

- A **Organização Internacional dos Empregadores (OIE)** - tem defendido o desenvolvimento de competências e a formação para garantir mão de obra bem preparada para lidar com a transição digital, reconhecendo a importância de integrar considerações de SST no âmbito da implementação de novas tecnologias. Como parte deste objetivo a OIE publicou vários relatórios, incluindo o *Mental Health and Wellbeing at Work*, que aborda a saúde mental no contexto mais alargado da digitalização do local de trabalho e da integração de novas tecnologias (OIE 2023). Igualmente esta Organização elaborou uma análise de políticas que aprofunda o impacto da IA no trabalho e no emprego, salientando o seu potencial transformador para as empresas, apresentando orientações estratégicas sobre a adoção e gestão eficazes das tecnologias de IA pelos empregadores (OIE 2024). Adicionalmente, a OIE e a Deloitte publicaram um importante relatório, o “G20 2024 Readiness Report: AI Powered Transformation”,³² que salienta o facto de que embora a IA tenha o potencial de aumentar consideravelmente a produtividade e a eficiência, também apresenta desafios que devem ser abordados de forma pró-ativa, como a deslocalização de postos de trabalho e o risco de acentuar as desigualdades sociais.
- Os **sindicatos mundiais** também têm sido pró-ativos na abordagem das implicações da digitalização para os trabalhadores e trabalhadoras. A **Confederação Internacional de Sindicatos (ITUC)** defende uma regulamentação mais forte da IA e da vigilância digital para proteger os trabalhadores e trabalhadoras da discriminação e da intensificação do trabalho³³. Também defende a proteção da SST e o direito de negociação coletiva para trabalhadores e trabalhadoras das plataformas afetados pela digitalização. O **relatório da UNI Global Union, Algorithms Management - A Trade Union Guide**³⁴ refere a crescente utilização de ferramentas de gestão por algoritmos nos locais de trabalho em todo o mundo, fornecendo orientações aos sindicatos sobre como abordar as negociações sobre o desenvolvimento e aplicação das mesmas. Também, o primeiro **Fórum Sindical Internacional sobre o Impacto da Digitalização no Sistema Financeiro**³⁵, realizado em Fortaleza, no Brasil, em junho de 2022, reuniu mais de 600 dirigentes sindicais de 24 países para discutir soluções para mitigar os efeitos da digitalização e da automação no setor financeiro. A **IndustriALL Global Union** também criou um grupo de especialistas em Indústria 4.0 para desenvolver um documento de políticas sobre digitalização, IA e Indústria 4.0³⁶ expert group to develop a policy paper on digitalization, AI and Industry 4.0³⁷ com foco na participação dos trabalhadores e trabalhadoras, na proteção dos direitos laborais e na garantia de uma transição digital justa para os trabalhadores e trabalhadoras. A **Building and Wood Workers' International** realizou um estudo sobre os impactos nacionais e internacionais da digitalização nos trabalhadores da construção, lançando luz sobre os desafios específicos do setor³⁸.

²⁸ Incluindo a ISO/IEC 42001:2023 e a ISO/IEC 23894:2023

²⁹ Incluindo ISO 10218-1, ISO 10218-2, ISO/TS 15066

³⁰ ISO 13482:2014

³¹ ISO 13482:2014:2014

³² *G20 2024 Readiness Report: AI Powered Transformation*

³³ *AI IS NOT OK | Union action needed on Artificial Intelligence (AI) at work*

³⁴ *Algorithmic management - A trade union guide*

³⁵ *International Trade Union Forum seeks solutions to the impacts of digitalization on the financial system*

³⁶ Também conhecida como a Quarta Revolução Industrial (4IR).

³⁷ *Protecting workers' rights in Southeast Asia amid transformation*

³⁸ https://www.bwint.org/web/content/cms.media/1837/datas/EN_FoW_Study_Oct2019.pdf



2.2 Iniciativas regionais que podem contribuir para Melhorias na SST através da digitalização

Foram realizadas várias iniciativas regionais em todo o mundo, abrangendo ações relacionadas com a digitalização em geral, bem como iniciativas específicas relacionadas com uma determinada tecnologia. Contudo, fora da Europa, estas iniciativas tendem a centrar-se mais em questões mais vastas, como a utilização ética da IA, do que na SST.

Na **UE**, existem vários quadros regulamentares que regem a SST no contexto da digitalização, da IA e da robótica avançada:

- A Diretiva-Quadro 89/391/CEE relativa à SST³⁹ – continua a ser fundamental, uma vez que estabelece princípios gerais para a segurança e saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras, designadamente a prevenção de riscos, a consulta dos trabalhadores e a formação. Embora não tenha sido especificamente concebida para sistemas baseados em IA e robótica, o seu âmbito abrangente permite-lhe abordar os riscos associados.
- O Regulamento de Máquinas (UE) 2023/1230⁴⁰ – que veio substituir Diretiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio de 2006, relativa às máquinas, este novo regulamento (em vigor a partir de 2027) reforça os requisitos obrigatórios sobre segurança e saúde relativas a máquinas avançadas, robótica e sistemas orientados por IA. Ele aborda diretamente as preocupações sobre a capacidade da diretiva de 2006 de gerir os riscos associados à IA.
- O Regulamento (UE) 2024/1689 sobre Inteligência Artificial⁴¹ – este regulamento recente estabelece regras harmonizadas para sistemas de IA de classificados como sendo de risco elevado, assegurando a transparência, a supervisão humana e proteções adequadas para minimizar os riscos para a saúde, a segurança e os direitos fundamentais.
- A Diretiva (UE) 2024/2831 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2024, relativa à melhoria das condições de trabalho em plataformas digitais⁴² – visa melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores das plataformas digitais e regular a utilização de algoritmos no local de trabalho. Obriga à supervisão humana em decisões importantes, incluindo em caso de despedimentos.

³⁹ Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.

⁴⁰ Regulamento (UE) 2023/1230 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de junho de 2023, relativo às máquinas e que revoga a Diretiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho e a Diretiva 73/361/CEE do Conselho (Texto relevante para efeitos do EEE).

⁴¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1689>

⁴² <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2831/oj/eng>



Para além da legislação, as iniciativas na UE abordam de forma proativa o impacto da digitalização na SST.

Campanha Trabalhar com segurança e saúde na era digital da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA) 2023-2025

A campanha Locais de Trabalho Seguros e Saudáveis 2023-25 ⁴³ sobre impacto das novas tecnologias digitais no trabalho e nos locais de trabalho e para os desafios e oportunidades relacionados com a SST. A iniciativa também proporciona uma plataforma para o intercâmbio de soluções baseadas em boas práticas.

O objetivo destas campanhas é estimular a colaboração para uma transição digital segura e produtiva do trabalho. Outra forma de fazer participar é através de um planeamento estratégico baseado nos cinco objetivos principais que se seguem:

1. Sensibilizar para a importância, a relevância e as implicações para a SST da transformação digital do trabalho, incluindo a nas empresas fornecendo factos e números.
2. Promover a sensibilização geral e a melhoria dos conhecimentos práticos em todos os setores, organizações e grupos específicos de trabalhadores (por exemplo, mulheres e migrantes) sobre a utilização segura e produtiva das tecnologias digitais no trabalho.
3. Melhorar os conhecimentos sobre novos riscos e oportunidades emergentes relacionados com a transformação digital do trabalho.
4. Promover a avaliação dos riscos e a gestão pró-ativa, para uma transformação digital do trabalho, saudável e segura facultando o acesso a recursos relevantes (por exemplo, listas de verificação de boas práticas, ferramentas e orientações).
5. Reunir as partes interessadas, a fim de facilitar a partilha de informações, conhecimentos e boas práticas e estimular a colaboração para uma transformação digital segura e produtiva do trabalho

A campanha encontra-se estruturada com base em cinco domínios prioritários:

- Trabalho em plataformas digitais
- Robótica avançada e IA
- Trabalho remoto e híbrido
- Sistemas digitais inteligentes
- Gestão dos trabalhadores através da IA

Existem outras iniciativas regionais, que embora não se centrem exclusivamente na SST, são muito relevantes, uma vez que abordam as condições de trabalho, a segurança do emprego e os direitos dos trabalhadores e das trabalhadoras na era digital.

- A **União Africana** promove o desenvolvimento digital e orientado para a IA através da Estratégia de Transformação Digital para África 2020-2030⁴⁴, que integra a Agenda 2063 mais ampla, e enfatiza

⁴³ As campanhas baseiam-se principalmente nas conclusões e nos recursos do projeto de investigação sobre a «visão geral da SST» (2020-2023), um programa de investigação de quatro anos sobre a digitalização do local de trabalho e as suas implicações para a SST. O sítio Web das campanhas (www.healthy-workplaces.eu) oferece uma vasta gama de materiais e recursos concebidos para o ajudar a promover e apoiar as campanhas. A maioria destes recursos está disponível em 25 línguas.

⁴⁴ *Digital Transformation Strategy for Africa 2020-2030*

a proteção de dados, a cibersegurança e as competências digitais da mão de obra, e da Estratégia Continental para a IA⁴⁵, centrada no desenvolvimento e que efende uma utilização ética da IA.

- No âmbito do **Mercado Comum do Sul** (Mercosul), a Declaração Presidencial sobre a integração digital⁴⁶ dos Governos da Argentina, do Brasil, do Paraguai e do Uruguai sublinha a importância de uma estratégia regional coesa de transformação digital, com ênfase na investigação, no desenvolvimento e na inovação ética.
- A **Organização Árabe do Trabalho** debateu o futuro do trabalho na perspetiva da IA⁴⁷, com um enfoque na delegação do poder aos jovens e inovação nos locais de trabalho. Embora não tenha sido feita uma referência específica à SST, houve uma menção geral ao apoio às capacidades humanas através da IA.
- A estratégia económica regional da **ASEAN - Associação das Nações do Sudeste Asiático** centra-se cada vez mais na Quarta Revolução Industrial (4IR), e na adoção crescente de tecnologias digitais e de automatização avançadas.⁴⁸ Como parte desta estratégia, a ASEAN concebeu o *Plano de Ação do Quadro de Integração Digital* para orientar os Estados-Membros na adoção de tecnologias digitais em todos os setores.

Os parceiros sociais também implementaram uma série de iniciativas diferentes relacionadas com a digitalização e a SST.

Um exemplo significativo de diálogo social é celebrado Acordo-Quadro sobre Digitalização celebrado pelos parceiros sociais (2020), adotado pelos parceiros sociais intersectoriais europeus (BusinessEurope, SMEUnited - Crafts & SMEs in Europe, os Centros Europeus de Empregadores e Empresas que prestam Serviços Públicos e a Confederação Europeia dos Sindicatos-ETUC). Este acordo visa assegurar uma abordagem à transformação digital centrada no ser humano, considerando os seus impactos na organização do trabalho, no desenvolvimento de competências e na SST. Inclui compromissos para antecipar e gerir as mudanças nos locais de trabalho, promover os direitos dos trabalhadores e das trabalhadoras no acesso à formação e à consulta e para garantir o reforço da proteção em matéria de SST e não o seu enfraquecimento.

As organizações regionais de empregadores elaboraram relatórios e realizaram debates para promover a utilização responsável das tecnologias nos locais de trabalho.

- A **Federação de Empregadores da ASEAN** encontra-se ativamente envolvida na promoção uma IA responsável nos locais de trabalho com destaque para a necessidade de Governança e a adoção de orientações sobre ética no desenvolvimento e utilização de tecnologias de IA. Através de debates e ações de sensibilização, a Federação pretende garantir que as empresas integrem a IA de forma a proteger os direitos e a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras. Esta iniciativa inclui a disponibilização de recursos e informações sobre a gestão dos riscos associados à implementação da IA, tais como a deslocalização de postos de trabalho, o enviesamento dos dados e as preocupações com a privacidade.
- A **BusinessEurope** destacou a importância do desenvolvimento de competências e da formação em resposta à crescente influência da automatização e da IA. Esta Organização, defende a criação de quadros que apoiem as empresas na adaptação à digitalização, e incluam a gestão dos riscos associados ao trabalho remoto e à automatização para a saúde mental. Uma publicação notável é o seu relatório, *Algorithmic management at work: improving transparency for more trust in IA*⁴⁹, que ilustra de que forma se pode promover a confiança nos sistemas orientados por IA. A nível setorial, o **Conselho dos Empregadores Europeus das Indústrias Metalúrgicas, de Engenharia e de**

⁴⁵ [Continental Artificial Intelligence Strategy](#)

⁴⁶ [Declaração presidencial sobre a integração digital no MERCOSUL](#)

⁴⁷ [The Future of Work in Light of Artificial Intelligence](#)

⁴⁸ [Consolidated Strategy on the Fourth Industrial Revolution for ASEAN](#)

⁴⁹ [Algorithmic management at work: Improving transparency to achieve more trust in AI](#)

Base Tecnológica (CEEMET) publicou um relatório em 2021 intitulado *Digitalisation and the World of Occupational Safety and Health*⁵⁰, que inclui secções sobre robôs colaborativos, trabalho flexível, sensores e EPI inteligentes, bem como ergonomia e exoesqueletos.

Os sindicatos também têm promovido iniciativas regionais, incluindo relatórios, instrumentos de orientação política, campanhas de sensibilização e ações de formação.

- A **Confederación Sindical de trabajadores y trabajadoras de las Américas** produziu o relatório *Del Taller al Cronómetro. Del Cronómetro al Algoritmo* que sugere que uma regulamentação inteligente, uma ação sindical ativa, o diálogo social e o compromisso do governo como componentes essenciais para sistemas de gestão por algoritmos que promovam uma maior soberania sobre os horários de trabalho, uma proteção mais eficaz dos direitos e melhores condições de trabalho dos trabalhadores e trabalhadoras.⁵¹
- O **Caribbean Congress of Labour (CARICOM)** tem participado em debates sobre os efeitos da digitalização na região.⁵² Os seus esforços conjugam-se para assegurar que os trabalhadores e trabalhadoras das daquela região não fiquem vulneráveis à deslocalização dos empregos causada pelas novas tecnologias. Promovem iniciativas formativas para melhorar a literacia digital dirigidas a trabalhadores e trabalhadoras.
- A **Public Services International** desenvolveu o projeto *Our Digital Future*⁵³ para capacitar os representantes sindicais nas regiões de **África, Médio Oriente e Norte de África** sobre direitos digitais, IA e SST em postos de trabalho digitalizados. A iniciativa tem como objetivo dotar os seus dirigentes de competências sobre tecnologias digitais e proteção de dados, permitindo-lhes promover práticas de trabalho seguras e a literacia digital nos seus sindicatos. Os *workshops* realizados e recursos estão disponíveis em árabe, francês e inglês para garantir uma melhor acessibilidade.
- A **Confederação Europeia de Sindicatos** publicou a *Resolution on the European strategies on artificial intelligence and datas* (CES-ETUC, 2020), defendendo uma maior participação dos trabalhadores e trabalhadoras na governação e na tomada de decisões em matéria de IA. A resolução enfatiza a proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras⁵⁴, exigindo a classificação das aplicações de IA que afetam os trabalhadores e trabalhadoras como tecnologias sendo de risco elevado e sujeitas a uma regulamentação rigorosa, garantindo o cumprimento do princípio da precaução.
- O **Instituto Sindical Europeu** publicou o relatório *Regulating Algorithmic Management*⁵⁵, que apresenta o projeto de diretiva da Comissão Europeia sobre a melhoria das condições de trabalho em plataformas digitais. Afirma que uma gestão por algoritmos justa e transparente deve ser garantida através do reforço da capacidade dos trabalhadores e das trabalhadoras para exercerem plenamente os seus direitos de acesso aos seus dados, correção, eliminação, restrição do tratamento e portabilidade dos dados. A Forsight Unit integrada no departamento educativo do Instituto Sindical Europeu desenvolveu diversas iniciativas e recursos formativos sobre IA, dirigidos a representantes dos trabalhadores.⁵⁶
- O relatório do **Conselho dos Sindicatos Nórdicos** *The Future of Work – Technology for People*⁵⁷, sublinha que as novas tecnologias devem garantir o controlo individual dos dados pessoais, dando prioridade aos princípios éticos, à segurança dos dados e à “privacidade desde a sua conceção”.

⁵⁰ *Digitalisation and the World of Occupational Safety and Health*

⁵¹ *Del taller al cronómetro. Del cronómetro al algoritmo*

⁵² *The future of digital transformation and workforce development in Latin America and the Caribbean*

⁵³ *Digitalisation Training - Africa/MENA*

⁵⁴ Neste contexto, a resolução centra-se na prevenção da vigilância desproporcionada e indevida no trabalho, na proibição de tratamentos discriminatórios com base em algoritmos tendenciosos e na prevenção do abuso da proteção de dados e da privacidade.

⁵⁵ *Regulating algorithmic management*

⁵⁶ *Empowering workers: ETUI's training tools on AI's impact in the workplace*

⁵⁷ *The future of work – Technology for people*



2.3 Quadros nacionais para a governação da SST e a digitalização

2.3.1 Políticas e estratégias nacionais

Alguns países já integraram disposições relacionadas com os riscos das tecnologias digitais nas suas políticas e estratégias nacionais de SST, reconhecendo a necessidade de proteger os trabalhadores e as trabalhadoras e as empresas dos desafios crescentes e definiram ações a implementar nos próximos anos.

- Na Argentina, a *Superintendencia de Riesgos del Trabajo* (SRT) adotou a Estratégia de Prevenção 4.0⁵⁸ que utiliza registos digitais para visitas inspetivas aos locais de trabalho, formação em segurança e disponibilização de equipamento. Esta iniciativa visa melhorar a proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras através de soluções digitais e reforçar a gestão dos riscos em ambientes de trabalho que implementem novas tecnologias.
- A política para o ambiente de trabalho e o bem-estar no trabalho até 2030, da Finlândia⁵⁹ menciona explicitamente a aceleração das inovações tecnológicas, incluindo a robótica, as tecnologias da informação e da comunicação, a digitalização, a IA e a automatização. Sublinha a necessidade de identificar, prevenir e reduzir os riscos introduzidos por estas tecnologias, avaliando o seu potencial impacto na saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras como componente da atual transformação do trabalho.
- A Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) da Guiana⁶⁰ (2018) preconiza a utilização de tecnologia adequada, equipamento moderno, tecnologia atual e sistemas modernizados, tendo em conta os diferentes impactos que estes podem ter no ambiente.
- A Política Nacional sobre Segurança, Saúde e Ambiente nos locais de trabalho da Índia⁶¹ reconhece os novos perigos para a segurança e os riscos para a saúde associados à adoção de tecnologias modernas. Defende a utilização de tecnologias seguras e limpas, bem como a implementação de ferramentas de avaliação de riscos assistidas por computador para uma melhor gestão dos riscos.
- A Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) do Uruguai preconiza atualização do quadro regulamentar de SST de forma a refletir os avanços no conhecimento, as novas tecnologias e as mudanças no mundo do trabalho.⁶²

Muitos países têm adotado estratégias nacionais para a digitalização e a IA. Embora as questões de SST raramente sejam abordadas diretamente, estas estratégias promovem cada vez mais frequentemente abordagens sobre a transição digital centrada nos trabalhadores e trabalhadoras. O foco nos programas de requalificação, no desenvolvimento de competências e na educação é fundamental, garantindo que os trabalhadores e trabalhadoras especializados possam desenvolver a sua literacia digital para facilitar a sua adaptação à transformação do trabalho impulsionada pela IA (por exemplo, Alemanha⁶³, Arábia Saudita⁶⁴, Egito⁶⁵, México⁶⁶, Tunísia⁶⁷ e Uruguai⁶⁸). Algumas dessas políticas enfatizam os princípios éticos da IA, dando prioridade ao bem-estar humano, à implementação de medidas, à não discriminação e à

⁵⁸ *New Prevention 4.0 rules, Superintendence of Occupational Risks (SRT)*

⁵⁹ *Safe and healthy working conditions and Work Ability for everyone: Policy for the Work Environment and Wellbeing at Work until 2030*

⁶⁰ *Guyana's National Policy on Occupational Safety and Health*

⁶¹ *National Policy on Safety, Health and Environment at the workplace*

⁶² *Uruguay's National OSH Policy*

⁶³ *Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government*

⁶⁴ *National Strategy for Data and Artificial Intelligence*

⁶⁵ *National Artificial Intelligence Strategy*

⁶⁶ *Mexico's National AI strategy*

⁶⁷ *Tunisia AI Roadmap*

⁶⁸ *Uruguay's National Strategy on AI 2024-2030*

proteção dos dados pelas empresas (Irlanda⁶⁹, México⁷⁰ e Uruguai⁷¹). Outras abordam os impactos no trabalho relacionados com a igualdade de gênero, a inclusão e a proteção jurídica dos trabalhadores e das trabalhadoras, e o compromisso de rever as legislações do trabalho para salvaguardar os seus direitos (Chile⁷²). Ao dar prioridade a estas áreas, as estratégias nacionais de IA refletem um compromisso internacional crescente com a adoção responsável da IA, que também contribuirá para ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis.

2.3.2 Quadros regulamentares que abordam os riscos potenciais decorrentes das novas tecnologias

A legislação existente em matéria de SST confere habitualmente uma ampla proteção aos trabalhadores e trabalhadoras contra todos os riscos profissionais, incluindo os decorrentes das novas tecnologias e processos abordados no presente relatório. As disposições comuns da legislação salientam as obrigações dos empregadores e a exigência de avaliações exaustivas dos riscos no local de trabalho, que geralmente incluem preocupações relacionadas com a digitalização. No entanto, as leis de SST dão muitas vezes prioridade aos riscos físicos - decorrentes da utilização de robôs e processos automatizados - e que podem ser menos adequadas para gerir os riscos psicossociais introduzidos pela digitalização e pelos sistemas baseados em IA.

Para colmatar esta lacuna, têm surgido novos regulamentos sobre a conceção, a implementação e a utilização de novas tecnologias digitais, a fim de garantir que estas contribuem para melhorar os níveis de segurança e a saúde no trabalho, e simultaneamente, minimizar os riscos associados.

- A Resolução 69/2024 da Argentina,⁷³ adotada pela SRT, tem como objetivo modernizar a prevenção de riscos profissionais através das tecnologias digitais. Confere departamento àquele organismo poderes para definir diretrizes para a implementação de medidas de segurança baseadas nas tecnologias e incentiva as organizações a adotarem ferramentas digitais para melhorar o desempenho da SST

A regulamentação vinculativa sobre robótica avançada e o seu impacto na segurança e saúde dos trabalhadores e trabalhadoras está ainda numa fase inicial ou não existe em muitos países.

- A França tem estado ativamente empenhada em produzir regulamentos com vista a um equilíbrio entre a inovação e a proteção dos trabalhadores e trabalhadoras. O Código do Trabalho Digital⁷⁴ incorporou regras específicas para ambientes de trabalho assistidos por robôs, centrando-se em questões de segurança, saúde e ética. Estas regras abordam a interação segura entre humanos e robôs, garantindo que a essa colaboração se deva pautar de forma a minimizar os riscos para os trabalhadores e trabalhadoras.
- Na Alemanha, as normas do Seguro Social Alemão de Acidentes (DGUV), tal como o Regulamento 100-500⁷⁵, abrangem a maquinaria industrial e a robótica, estabelecendo requisitos obrigatórios para os empregadores garantirem a segurança dos seus trabalhadores e trabalhadoras. Estes regulamentos são muito abrangentes desde a avaliação de riscos até à garantia da implementação de medidas de segurança adequadas para o funcionamento dos robôs, especialmente em ambientes onde os seres humanos trabalham em conjunto com sistemas automatizados.

Alguns países estão a introduzir leis que estabelecem o direito a desligar, permitindo que os trabalhadores e trabalhadoras possam abster-se de comunicações relacionadas com o trabalho fora do horário normal. Estas medidas têm como objetivo evitar o esgotamento profissional, promover o equilíbrio entre a vida profissional e familiar e reduzir a vigilância digital excessiva. Ao regulamentar a

⁶⁹ [Roadmap for AI in Ireland](#)

⁷⁰ [Mexico's National AI strategy](#)

⁷¹ [Uruguay's National Strategy on AI 2024-2030](#)

⁷² [Chile's National Policy on AI e Chile's Action Plan on AI](#)

⁷³ [Resolución 69/2024](#)

⁷⁴ <https://code.travail.gouv.fr/>

⁷⁵ <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/997>

utilização de ferramentas como o correio eletrónico e as aplicações de mensagens, estas leis ajudam a salvaguardar o tempo para a vida pessoal e a saúde mental dos trabalhadores e trabalhadoras num mundo cada vez mais ligado às tecnologias digitais.

- O Luxemburgo introduziu a lei “direito a desligar” em 2023⁷⁶, que prevê que as empresas em que os trabalhadores utilizam ferramentas digitais para fins profissionais devem definir um sistema para garantir que o direito a desligar é respeitado fora do horário de trabalho.
- Outros países, incluindo a Alemanha⁷⁷, Argentina⁷⁸, Austrália⁷⁹, Áustria⁸⁰, Bélgica⁸¹, Brasil⁸², Chile⁸³, Dinamarca⁸⁴, Espanha⁸⁵, Grécia⁸⁶, Irlanda⁸⁷, Itália⁸⁸, Luxemburgo, México⁸⁹, Portugal⁹⁰, Países Baixos⁹¹, Suécia⁹², Turquia⁹³ e a Ucrânia⁹⁴ também adotaram legislação semelhante. Em alguns casos, estas leis só se aplicam a empresas com um certo número de trabalhadores e trabalhadoras, como em França⁹⁵ (igual ou superior a 50) ou no Quebec⁹⁶, Canadá (igual ou superior a 2).

No que respeita à privacidade, as legislações nacionais em matéria de SST geralmente não abordam os consideráveis desafios para a segurança dos dados, colocados pelas tecnologias digitais e pela IA nos locais de trabalho. Embora proteção de dados dos trabalhadores e trabalhadoras seja normalmente regida por leis gerais de proteção de dados e não por regulamentos dirigidos especificamente a trabalhadores, **alguns países introduziram disposições específicas para proteger a privacidade e a segurança dos dados dos trabalhadores e trabalhadoras num ambiente de trabalho cada vez mais automatizado e orientado para os dados.** Por exemplo, o *Código do Trabalho francês*⁹⁷ estabelece regras sobre a monitorização do local de trabalho através de câmaras de vigilância e rastreamento de atividades em linha, enquanto a Lei Federal de Proteção de Dados da Alemanha⁹⁸ impõe regras rigorosas sobre a recolha, o processamento e o armazenamento de dados dos trabalhadores ou trabalhadoras. A Austrália também propôs novos regulamentos sobre proteção de dados no âmbito da sua Estratégia para a Economia Digital⁹⁹, abrangendo a vigilância do trabalho remoto, os dados biométricos e a tomada de decisões por algoritmos.

Os países já começaram a regulamentar a gestão do trabalho por algoritmos para fazer face a riscos como sanções injustas, vigilância excessiva e discriminação - lacunas normalmente não abrangidas generalidade da legislação de SST.

- A China¹⁰⁰ e os Países Baixos¹⁰¹ introduziram regulamentos que realçam a equidade e a transparência dos algoritmos no local de trabalho.

⁷⁶ <https://www.paulhastings.com/insights/practice-area-articles/luxembourg>

⁷⁷ <https://iuslaboris.com/insights/the-right-to-disconnect-which-countries-have-legislated/>
⁷⁸ *ibid*

⁷⁹ <https://www.fairwork.gov.au/employment-conditions/hours-of-work-breaks-and-rosters/right-to-disconnect#:~:text=An%20employee%20has%20a%20right,the%20Right%20to%20disconnect%20section.>

⁸⁰ <https://iuslaboris.com/insights/the-right-to-disconnect-which-countries-have-legislated/>
⁸¹ *ibid*

⁸² <https://www.paulhastings.com/insights/practice-area-articles/brasil>

⁸³ *Ibid*

⁸⁴ *Ibid*

⁸⁵ <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/media-centre/news/spains-latest-initiative-puts-spotlight-right-disconnect-and-associated-preventive-measures>

⁸⁶ *Ibid*

⁸⁷ *Ibid*

⁸⁸ *Ibid*

⁸⁹ *Ibid*

⁹⁰ *Ibid*

⁹¹ *Ibid*

⁹² <https://iuslaboris.com/insights/the-right-to-disconnect-which-countries-have-legislated/>

⁹³ *Ibid*

⁹⁴ *Ibid*

⁹⁵ <https://www.klgates.com/What-is-new-in-France-right-for-the-employees-to-disconnect-02-22-2017>

⁹⁶ https://www.assnat.qc.ca/Media/Process.aspx?MediaId=ANQ.Vigie.BI.DocumentGenerique_136423en&process=Default&token=ZyMoxNwUn8ikQ+TRKYwPCjWrKwg+vIv9rjij7p3xLGTZDmLVSmJLoqe/vG7/YWzz

⁹⁷ *Légifrance – Code du travail*

⁹⁸ *Federal Data Protection Act*

⁹⁹ *Digital Economy Strategy*

¹⁰⁰ *Regulation on Administration of Internet Information Service Recommendation Algorithms (2022)*

¹⁰¹ *AI & Algorithmic risks report Netherlands*

- Em Espanha, a Lei 12/2021¹⁰² altera a Lei do Estatuto dos Trabalhadores, exigindo que os empregadores divulguem os parâmetros algorítmicos que afetam as condições de trabalho. Para apoiar a conformidade legal, o Ministério do Trabalho e da Economia Social espanhol publicou um guia que promove a transparência e a tomada de decisões por algoritmos justas em ambientes de trabalho digitais.
- Nos Estados Unidos da América, a lei *Algorithmic Accountability Act* de 2019¹⁰³ exige avaliações de sistemas de IA e de aprendizagem automática risco elevado que tratam dados pessoais ou que tomam decisões automatizadas.

A Sandbox de regulamentação Industrial Safetytech

A rápida evolução das tecnologias apresenta tanto oportunidades como desafios no domínio da segurança industrial. Embora tecnologias como a IA, a Internet das coisas (IoT) e a robótica possam contribuir para melhorar significativamente a segurança no trabalho, a sua adoção é dificultada por incertezas regulamentares, planos de negócio por vezes pouco fundamentados e a necessidade de ambientes de desenvolvimento seguros. O Safetytech Accelerator (STA), um acelerador de tecnologia com sede em Londres focado na inovação para setores críticos para a segurança, em parceria com o programa *Discovering Safety* do Executivo de Saúde e Segurança do Reino Unido, lançou a primeira *Industrial Safetytech Regulatory Sandbox* do mundo em 2023 para enfrentar esses desafios.

O projeto visava analisar a eficácia das atividades de avaliação e cumprimento legal, acelerar a adoção de tecnologias certificadas de segurança e compreender e reduzir os obstáculos ao desenvolvimento de novas tecnologias que salvam vidas. A abordagem inovadora da Sandbox conjugou os conhecimentos regulamentares do HSE- *Health and Safety Executive* com os conhecimentos do programa de inovação da STA- *Safety and Technical Authority*. Os desafios prioritários foram primeiramente identificados através de consultas, referentes a quedas de altura, colisões de veículos, operações com gruas e levantamento manual de cargas. Seis empresas tecnológicas inovadoras foram então selecionadas para realizar estudos de investigação. Estas empresas foram apoiadas pelo HSE e por especialistas do setor para resolverem os desafios colocados de forma colaborativa, garantindo que as soluções não fossem desenvolvidas isoladamente. A Sandbox funcionou durante três meses e teve como resultado num conjunto de recomendações para melhorar a implementação de tecnologias no setor da construção. O projeto demonstrou com êxito o potencial desta metodologia colaborativa para acelerar a adoção de tecnologias de segurança inovadoras no setor da construção, contribuindo, em última análise, para locais de trabalho mais seguros e saudáveis.

Fonte: *Safetytech Accelerator*

A crescente prevalência do teletrabalho e do trabalho em plataformas digitais levou muitos países a introduzir legislação específica para enfrentar os desafios colocados por estas modalidades de trabalho em evolução.¹⁰⁴ Por exemplo, desde o início da pandemia de COVID-19, foram aprovadas iniciativas legislativas específicas sobre teletrabalho em muitos países, como a Áustria, a Eslováquia, a Espanha, a Grécia, a Letónia, Portugal e a Roménia (Eurofound 2022). Os países estão progressivamente a introduzir leis para regulamentar o trabalho em plataformas digitais, com abordagens muito variadas. Algumas legislações destinam-se a garantir a classificação correta dos trabalhadores, alargando assim as

¹⁰² BOE-A-2021-15767 Ley 12/2021, de 28 de septiembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, para garantizar los derechos laborales de las personas dedicadas al reparto en el ámbito de plataformas digitales.

¹⁰³ The Algorithmic Accountability Act of 2019 (H.R. 2231)

¹⁰⁴ Uma preocupação comum é o facto de muitas plataformas caracterizarem as suas empresas como intermediários tecnológicos e considerarem os trabalhadores das plataformas como trabalhadores independentes. Esta situação cria ambiguidade quanto à responsabilidade pela aplicação de medidas essenciais para as atividades de prevenção como por exemplo avaliações de riscos, formação em matéria de SST e disponibilização de equipamento de proteção. Em muitos casos, estas obrigações não são claras nos termos da legislação em vigor ou são transferidas para os trabalhadores e trabalhadoras, que normalmente não dispõem dos recursos necessários para as cumprir (OIT 2024c).

proteções existentes para os trabalhadores ou trabalhadoras ao trabalhado através de plataformas. Outras visam proporcionar proteções específicas, incluindo medidas de SST, a todos os trabalhadores e trabalhadoras das plataformas, independentemente da sua classificação, atribuindo simultaneamente diferentes graus de responsabilidade às empresas de plataformas. Em alguns casos, a responsabilidade é explicitamente atribuída a essas empresas, enquanto noutros é transferida para os trabalhadores e trabalhadoras.

Os acordos coletivos complementam a legislação nacional, proporcionando proteção adicional a nível setorial ou empresarial. Alguns acordos centram-se em tecnologias específicas, como os exoesqueletos, a IA ou a gestão por algoritmos, enquanto outros adotam uma abordagem mais ampla.

- Na Noruega, um acordo coletivo de trabalho entre a Confederação das Empresas Norueguesas e a Confederação Norueguesa dos Sindicatos aborda a utilização da IA nos locais de trabalho. Nele se afirma que as empresas devem manter os seus trabalhadores ou trabalhadoras informados sobre o planeamento e decisões relativos às medidas de controlo, podendo integrar considerações tecnológicas, financeiras, de segurança e de saúde. As medidas de controlo introduzidas não devem exceder o âmbito necessário e devem ser fundamentadas no âmbito das atividades e necessidades de cada empresa. A proteção da privacidade e da dignidade dos trabalhadores e das trabalhadoras é fundamental, exigindo métodos transparentes de IA, o envolvimento de representantes dos trabalhadores ou trabalhadoras e a prevenção de enviesamentos (Brunnerová *et al.* 2024).
- Em Espanha, os acordos coletivos de trabalho de 2023-2024 da empresa Tekniker asseguram o direito dos trabalhadores e trabalhadoras a desligar, para garantir o descanso e a privacidade e estabelecem a proibição das comunicações relacionadas com o trabalho fora do horário normal, a menos que surjam circunstâncias excecionais (Brunnerová *et al.* 2024).
- Na Suécia, foi implementado um novo sistema de vigilância por IA na mina de Kiruna, que utiliza uma aplicação para smartphone para dar aos trabalhadores apoio à localização, assistência à navegação e a capacidade de receber alertas e informações de emergência com confirmação de receção (IKAB 2022). No entanto, foi negociado que este sistema só poderia ser utilizado para fins de segurança e não para rastrear ou medir a produtividade.



Outros acordos incidem sobre questões específicas do sector.

- Em Itália, os sindicatos dos trabalhadores do comércio, do turismo e dos serviços¹⁰⁵ chegaram a um acordo com a Partesa, uma empresa subsidiária da do grupo empresarial multinacional de produção de cerveja Heineken, para regular a utilização de uma aplicação telemática para monitorizar os motoristas de entregas. O acordo limita a monitorização a fins de segurança e produtividade, exigindo a aprovação do sindicato ou do da comissão de trabalhadores da empresa antes da implementação daquela tecnologia (Brunnerová *et al.* 2024).
- No Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, o sindicato GMB celebrou um acordo com a Hermes sobre os processos baseados em algoritmos que a empresa utiliza para gerir a sua frota de motoristas de entregas. O acordo confere aos sindicatos a autoridade para efetuar avaliações de saúde e segurança na sequência de incidentes, permitindo-lhes identificar os casos em que a gestão por algoritmos suscita preocupações de segurança (Collins e Atkinson 2023).
- Na Alemanha foi celebrado o primeiro acordo sobre a digitalização no setor do comércio a retalho, negociado pelo ver.di da *UNI Global Union* e pela H&M. Trata-se de um acordo inovador que permite que os trabalhadores e trabalhadoras possam ter uma maior influência na forma como as novas tecnologias são implementadas nesta empresa de confeção de vestuário, oferecendo igualmente segurança no emprego e prémios (*UNI Global Union* 2022).

Os serviços de inspeção do trabalho desempenham um papel fundamental na garantia do cumprimento legal da SST, incluindo no contexto da digitalização. Para além da aplicação da legislação, as inspeções do trabalho fornecem orientações e apoio essenciais tanto aos empregadores como aos trabalhadores, para implementar as medidas de segurança necessárias em locais de trabalho cada vez mais digitais. As visitas inspetivas, a sensibilização e informação, são algumas das funções para garantir que os avanços tecnológicos não comprometem a segurança e a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras.

Além disso, as inspeções do trabalho estão a integrar progressivamente as tecnologias e a IA para melhor definir as suas prioridades e objetivos através de algoritmos que ajudam a detetar riscos de fraude ou incumprimento.

- A Secretaria do Trabalho e da Segurança Social do México implementou um sistema inovador nos locais de trabalho que utiliza modelos de projeção de perigos (STPS, 2024). A nova ferramenta irá analisar 1,5 milhões de visitas inspetivas já realizadas para identificar áreas com maior probabilidade de incumprimento legal e pretende aumentara precisão das futuras ações inspetivas. Como resultado, verifica-se que as inspeções apoiadas por IA apresentam uma taxa de sucesso de 94 por cento (Moncada, 2024). Adicionalmente, a ferramenta de IA pode detetar padrões relacionados com doenças e riscos profissionais, disponibilizando informações valiosas para a implementação de medidas de prevenção (STPS, 2024). Esta informação será partilhada com o Instituto Mexicano de Segurança Social para apoiar a autoridade laboral na identificação de empresas e locais de trabalho com taxas mais elevadas de acidentes de trabalho, de incapacidades profissionais recorrentes ou de queixas (Gascón, 2025).
- A Autoridade Norueguesa de Inspeção do Trabalho desenvolveu uma ferramenta de análise preditiva que utiliza grandes volumes de dados para identificar empresas de risco elevado para utilizar apoiar visitas inspetivas sobre de saúde e segurança.¹⁰⁶ Esta ferramenta analisa dados provenientes de várias fontes para tornar mais eficazes, as ações inspetivas aumentando a precisão da sua intervenção.

2.3.3 Normas de aplicação voluntária e orientações técnicas

Para complementar os quadros regulamentares, muitos países introduziram normas de aplicação voluntária, orientações técnicas e boas práticas para garantir a SST no contexto da transformação digital. Embora estas iniciativas não sejam juridicamente vinculativas, fornecem recomendações valiosas para apoiar a adoção segura, saudável e responsável de novas tecnologias nos locais de trabalho.

Algumas orientações visam a promoção da utilização de tecnologias digitais para melhorar a SST, reforçando a gestão dos riscos.

¹⁰⁵ Nomeadamente, a Filcams CGIL (*Federazione Italiana Lavoratori Commercio Albergo Mensa e Servizi*) e a Fisascat CISL (*Federazione Italiana Sindacati Addetti Servizi Commerciali Affini e Turismo*).

¹⁰⁶ <https://osha.europa.eu/en/publications/future-role-big-data-and-machine-learning-health-and-safety-inspection-efficiency>

- Na Argentina, o *Libro Blanco: Digitalización para la Prevención de Riesgos en el Trabajo*¹⁰⁷, publicado pelo Ministério do Trabalho, Emprego e Segurança Social, define estratégias para a utilização de tecnologias digitais para melhorar a prevenção de riscos profissionais. Analisa como podem digitalização, a IA e a análise de dados ser utilizadas para modernizar as práticas de SST e melhorar a proteção dos trabalhadores e trabalhadoras. O documento destaca estratégias colaborativas e apresenta recomendações para a integração de ferramentas digitais nos sistemas de avaliação e gestão de riscos.
- No Canadá (Colúmbia Britânica), a WorkSafeBC promove iniciativas que visam a utilização de ferramentas digitais para a gestão da segurança e saúde no trabalho. As iniciativas incluem o *Employer Health & Safety Planning Tool Kit*¹⁰⁸, que permite aos empregadores a recolha de dados sobre lesões e litígios, analisar o desempenho em matéria de segurança e identificar tendências que podem informar o futuro planeamento da segurança e saúde no trabalho. Permite comparar o desempenho da SST da sua empresa com as normas aplicadas ao setor, antecipar riscos potenciais e integrar dados de segurança e saúde no planeamento financeiro.
- Em França, a publicação do Instituto Nacional de Investigação e Segurança para a Prevenção de Acidentes e Doenças Profissionais (INRS) *Intelligence Artificielle au Service de la Santé et Sécurité au Travail: Enjeux et Perspectives à l'Horizon 2035*¹⁰⁹ descreve como a IA poderá transformar a prevenção de riscos profissionais e melhorar as condições de trabalho até 2035. As principais áreas visadas incluem a utilização de aplicações de IA para análise de acidentes, epidemiologia e robótica avançada.

Outras orientações centram-se na abordagem dos riscos para a segurança e para a saúde dos trabalhadores e trabalhadoras e dos desafios associados à digitalização, com especial enfoque na automatização e na robótica. Em alguns casos, estas orientações adotam uma abordagem setorial ou de risco específico.

- Na Austrália, as Diretrizes para a conceção e implementação de robôs colaborativos seguros¹¹⁰ do *Center for Work Health and Safety* do Governo de Nova Gales do Sul, incluem informações fundamentais sobre considerações de SST para a utilização de robôs colaborativos, incluindo interação segura, a conceção, listas de verificação do posto de trabalho e avaliações de risco.
- Nos Estados Unidos da América, o *American National Standards Institute* e a *Robotics Industry Association* introduziram a primeira norma de segurança para robôs industriais em 1986 (a Norma Nacional Americana para Robôs Industriais e Sistemas de Robôs - Requisitos de Segurança, que tem sido continuamente atualizada para abordar novos riscos, incluindo os relacionados com robôs colaborativos. Por outro lado, a Administração de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) e o NIOSH, em colaboração com a *Association for Advancing Automation*, reviram partes do *Manual Técnico da Administração de Segurança e Saúde no Trabalho*¹¹¹ de forma a abranger medidas de segurança para sistemas robóticos colaborativos e móveis.
- Em França, a Prevenção no domínio do Robô colaborativo¹¹² fornece informações sobre a utilização segura de robôs colaborativos, incluindo a prevenção de riscos.
- O Instituto de Saúde Pública do Chile publicou um guia sobre digitalização e automatização do trabalho¹¹³ que explica de que modo as novas tecnologias influenciam a SST e a produtividade, e fornece informações sobre a gestão dos riscos associados a uma maior integração digital em vários setores. O guia salienta a importância de uma utilização responsável para apoiar tanto o bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras como a eficiência, abordando áreas como os riscos ergonómicos, a gestão de dados e a segurança das tarefas automatizadas.
- Na Nova Zelândia, a WorkSafe publicou Diretrizes sobre Automação e Robótica¹¹⁴ para apoiar as empresas na gestão dos riscos associados à utilização da automação, incluindo a robótica, incentivando a adoção de medidas pró-ativas como por exemplo, auditorias de segurança, formação e envolvimento dos trabalhadores e trabalhadoras no processo de implementação daquelas tecnologias. Na Nova Zelândia, foram também publicadas outras orientações setoriais específicas.

¹⁰⁷ *Libro Blanco: Digitalización para la Prevención de Riesgos en el Trabajo*

¹⁰⁸ *Employer Health & Safety Planning Tool Kit*

¹⁰⁹ *Intelligence artificielle au service de la santé et sécurité au travail*

¹¹⁰ *Guidelines for Safe Collaborative Robot Design and Implementation*

¹¹¹ *Industrial Robot Systems and Industrial Robot System Safety*

¹¹² *Prevention in the field of collaborative robots*

¹¹³ *Digitalización y Automatización en el Trabajo*

¹¹⁴ *Guidelines on Automation and Robotics*

Por exemplo, as Diretrizes para a Saúde e Segurança na Construção¹¹⁵ incluem recomendações sobre a gestão de máquinas automatizadas, enquanto o Código de Privacidade da Informação nas Telecomunicações¹¹⁶ apresenta considerações sobre a automatização e as tecnologias digitais nas operações de telecomunicações.

- Na Irlanda, a *Psychosocial Risk Assessment: Guidance for Exposure to Sensitive Content*¹¹⁷ foi desenvolvida conjuntamente pela *Health and Safety Authority* e pela agência *State Claims* para ajudar as organizações que empregam pessoas em funções que as expõem a conteúdos sensíveis como parte das suas tarefas, nomeadamente de moderação de conteúdos ou outros trabalhadores e trabalhadoras que são inesperadamente expostos nas suas funções. O Guia fornece informações pormenorizadas sobre a avaliação de riscos, utilizando a hierarquia de controlos.

¹¹⁵ [Safe use of machinery](#)

¹¹⁶ [Telecommunication Information Privacy Code 2020](#)

¹¹⁷ [The Psychosocial Risk Assessment: Guidance for Exposure to Sensitive Content](#)



Algumas orientações focam-se nas implicações da ética da IA para a segurança no local de trabalho, nomeadamente na GA e na implementação responsável.

- Os Princípios Éticos da IA da Austrália¹¹⁸ e os Princípios Éticos da IA da Nova Zelândia¹¹⁹ promovem uma utilização segura e responsável da IA, incentivando as empresas a ter em conta os riscos para a Segurança e para a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras bem como nas questões da privacidade.
- Os Princípios e orientações de Ética da IA do Dubai¹²⁰ nos Emirados Árabes Unidos e o Modelo de Quadro de Governação da IA de Singapura¹²¹ salientam a transparência, a responsabilidade e a justiça nas aplicações de IA.

As organizações de empregadores também estão ativamente envolvidas no incentivo à integração responsável das tecnologias digitais, fornecendo orientações aos seus membros.

- Nos Estados Unidos da América, a Associação das Indústrias Robóticas¹²² desenvolveu requisitos de segurança¹²³ para robôs móveis industriais, que descrevem os perigos básicos associados a estes robôs no ambiente industrial e estabeleceu requisitos para eliminar ou controlar adequadamente os riscos associados aos mesmos.
- No Japão, o Programa de Segurança Robótica e Formação de Trabalhadores da Federação Japonesa do Ferro e do Aço estabeleceu requisitos que os operadores de serviços de robótica ou os prestadores de serviços de robótica devem observar.¹²⁴ Esses requisitos estipulam regras para a avaliação de riscos, a gestão da segurança, a formação, os sistemas operacionais, os sistemas de gestão e outras medidas que os prestadores de serviços de robótica devem realizar para garantir a segurança dos robôs na prestação de serviços a pessoas comuns em espaços públicos.

2.3.4 Iniciativas de sensibilização

As iniciativas de sensibilização desempenham um papel fundamental na divulgação de informações e no incentivo a práticas seguras e saudáveis que garantir que as novas tecnologias contribuem para locais de trabalho mais seguros e saudáveis. Estas iniciativas podem ser promovidas por entidades públicas, organismos com competências em SST ou organizações de empregadores e de trabalhadores, e assumir várias formas, nomeadamente campanhas, workshops, conferências, webinars, *podcasts* e trabalho em rede, bem como materiais promocionais, como relatórios e fichas informativas.

Os serviços públicos e os organismos de SST de todo o mundo realizaram ações de sensibilização sobre as implicações das tecnologias digitais para a SST.

- Vários países da UE realizaram campanhas de sensibilização no âmbito da *Campanha Locais de Trabalho Seguros e Saudáveis 2023-2025* da EU-OSHA, que aborda o trabalho seguro e saudável na era digital (ver página 31).
- O Centro Canadano de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) publica fichas informativas, designadamente a *Introducing New Technology at the Workplace*¹²⁵, o que descrevem os potenciais perigos e as medidas de gestão de riscos das tecnologias digitais. Outras fichas centram-se em tecnologias específicas, como robôs e cobots¹²⁶, e exoesqueletos¹²⁷, o que fornecem orientações pormenorizadas sobre a gestão dos riscos.
- Na Finlândia, a iniciativa “AI Ethics Challenge”¹²⁸ é um desafio dirigido a empresas, no qual estas podem discutir as regras éticas para a utilização da IA.

¹¹⁸ [The Australian AI Ethics Principles](#)

¹¹⁹ [NZ's Artificial Intelligence Ethics Framework](#)

¹²⁰ [Dubai Ethical AI Toolkit](#)

¹²¹ [Singapore's Model AI Governance Framework](#)

¹²² Um grupo comercial fundado em 1974 para servir a indústria da robótica na América do Norte

¹²³ [Industrial Mobile Robots - Safety Requirements](#)

¹²⁴ [New JIS as Safety Standards for Robot Services Established](#)

¹²⁵ [Introducing New Technology at the Workplace](#)

¹²⁶ [Robots and Cobots](#)

¹²⁷ [Exoskeletons](#)

¹²⁸ [Ministry of Economic Affairs and Employment, Finland.](#)

- Na Índia, o Ministério do Trabalho e do Emprego, em colaboração com os organismos setoriais, promove ações de sensibilização para os riscos da IA e da automatização, destinadas especialmente aos setores em transformação digital.¹²⁹
- No México, a Secretaria do Trabalho e da Previdência Social realiza workshops para ajudar as empresas de setores como a indústria transformadora, automóvel e logística a integrar a IA e a robótica de forma segura, com destaque para a prevenção de acidentes e os riscos para a saúde mental em ambientes de trabalho digitais¹³⁰.
- Na Arábia Saudita, a Sexta Conferência Global para a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) (maio de 2024)¹³¹, patrocinada pelo Ministério dos Recursos Humanos e do Desenvolvimento Social, centrou-se nas implicações da transformação tecnológica para a SST.
- Na África do Sul, a “Iniciativa de Segurança do Futuro do Trabalho”¹³² promove a adoção segura da IA e da automatização nas indústrias extrativa e a transformadora.
- Nos Estados Unidos da América, o NIOSH publicou vários relatórios sobre o papel da IA e da automatização na SST, sobre os riscos relacionados com a robótica e os sistemas de trabalho baseados por IA¹³³. Também promoveu um Webinar sobre “O papel da Inteligência Artificial no futuro do trabalho”.¹³⁴ O Conselho Nacional de Segurança dos EUA e o *Safetytech Accelerator* elaboraram um relatório conjunto sobre soluções baseadas em IA para a prevenção de perturbações musculoesqueléticas.¹³⁵

As organizações de empregadores também têm promovido ativamente a integração responsável das tecnologias digitais, organizando eventos de sensibilização e produzindo relatórios e guias.

- A *Unión Industrial Argentina* promove o programa “Ruta X”¹³⁶, que apoia a transformação digital, especialmente nas PME. O programa conta com o *Centro de Indústria X*¹³⁷, que organiza *workshops* sobre transformação e aceleração digital, apresentando soluções inovadoras para a SST, como a deteção de riscos baseada em IA.
- No Brasil, a Confederação Nacional da Indústria promove a transformação digital e apoia as empresas na gestão dos riscos associados.¹³⁸
- No Chile, a Confederação da Produção e do Comércio, na sequência da criação de uma Mesa Redonda sobre Transformação Digital e Inteligência Artificial, desenvolveu propostas para responder aos desafios neste domínio, com destaque para a formação, a produtividade e a colaboração.¹³⁹
- A Confederação Húngara de Empregadores e Industriais realizou um inquérito sobre a oferta de empregos e de competências, salientando a necessidade de formação da mão de obra em competências digitais como forma de preparação para a transição digital.¹⁴⁰
- A Confederação de Empregadores da República do México defende a adoção responsável da IA e das tecnologias digitais, centrando-se na educação e no desenvolvimento de competências digitais.¹⁴¹
- Na Irlanda, a Confederação Irlandesa de Empresas e Empregadores organizou o seminário “Embracing Technology for Managing OSH”¹⁴², sobre soluções digitais, cumprimento legal e

¹²⁹ Ministry of Labour and Employment – Workplace Safety

¹³⁰ Mexico revises regulations to improve machinery safety

¹³¹ The Minister of Human Resources and Social Development Inaugurates the Global Conference for Occupational Safety and Health Under the Theme Scanning the Horizon

¹³² Department: Employment and Labour, Republic of South Africa

¹³³ Occupational Safety and Health Equity Impacts of Artificial Intelligence: A Scoping Review

¹³⁴ The Role of Artificial Intelligence in the Future of Work

¹³⁵ <https://safetytechaccelerator.org/downloads/report-emerging-technologies-for-the-prevention-of-msd/>

¹³⁶ <https://www.uia.org.ar/ciencia-tecnologia-e-innovacion/3880/agenda-40-la-uia-lanzo-ruta-x-x/>

¹³⁷ <https://rutax.uia.org.ar/centroX>

¹³⁸ Especialista orienta sindicatos sobre comunicação digital

¹³⁹ <https://www.cpc.cl/desafio-transformacion-digital/?lang=es>

¹⁴⁰ Labour and skills supply in different regions of Hungary - trends and challenges

¹⁴¹ COPARMEX's "Connecting Mexico" Project

¹⁴² Embracing technology for managing occupational safety and health

políticas, partilhando simultaneamente estudos de caso e boas práticas. A Industrial Minerals Association também organizou um seminário em 2024 sobre “Dust Exposure Monitoring and Health and Safety in the Digital Age”¹⁴³.

- Em Itália, a *Confindustria Brescia* realizou uma reunião sobre “Inteligência artificial e PME: experiências de um futuro presente”;¹⁴⁴ parte de uma exposição itinerante pelo país que envolveu 700 empresas na digitalização.

Os sindicatos têm promovido ativamente campanhas de sensibilização e a desenvolver recursos para garantir que a segurança e a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras continuam a ser uma prioridade na adoção de novas tecnologias. Os seus esforços centram-se na promoção de uma transição digital que defenda os direitos dos trabalhadores e trabalhadoras, criando locais de trabalho mais seguros, mais saudáveis e mais inclusivos num cenário tecnológico em evolução.

- Na Argentina, o projeto “SinDigital” publicou o relatório Tecnologia e transformação digital: Um desafio para os sindicatos¹⁴⁵. Um inquérito em que participaram 27 organizações que representam 1,3 milhões de trabalhadores e trabalhadoras analisou o impacto da digitalização nas condições de trabalho e nas operações sindicais, incluindo a forma como as ferramentas digitais afetam a gestão de dados nos sindicatos.
- Na Colômbia, a *Asociación Nacional de Profesionales de Salud, Seguridad y Ambiente* lançou uma série de podcasts sobre o papel da IA na transformação da SST, que abordaram questões como a digitalização da SST com IA, a criação de uma cultura de segurança e a gestão dos riscos tecnológicos nos locais de trabalho.¹⁴⁶
- Na Alemanha, o *IG Metall* defende a utilização ética da IA na indústria transformadora, salientando o envolvimento dos trabalhadores e trabalhadoras na implementação das tecnologias e a sensibilização para os riscos algorítmicos¹⁴⁷. Além disso, a *UNI Global Unión* elaborou a publicação Gestão por algoritmos - Sensibilização, riscos e resposta dos parceiros sociais¹⁴⁸, instando os sindicatos a promover a capacitação e a colaboração para melhorar a cobertura de risco da gestão por algoritmos nos acordos coletivos.
- O Congresso Sindical das Filipinas promoveu campanhas abordaram o impacto da digitalização na segurança do emprego e na SST, defendendo regulamentos nacionais de IA que protejam os direitos dos trabalhadores e das trabalhadoras¹⁴⁹.
- Em Espanha, as *Comisiones Obreras* e a *Unión General de Trabajadores* elaboraram relatórios para apoiar a negociação coletiva e formar empresas comissões de trabalhadores sobre questões relacionadas com algoritmos e proteção de dados. A última também publicou o relatório “Trade Unions in the Digital Age: Country Fiche on Spanish Manufacturing Sector”¹⁵⁰ centrado no desenvolvimento de competências digitais para trabalhadores e sindicatos.
- No Reino Unido e Irlanda do Norte, o *Trades Union Congress* publicou o relatório *Shaping Our Digital Future*¹⁵¹ que aborda a negociação coletiva sobre tecnologia e sublinha a necessidade de proteger os trabalhadores e trabalhadoras das pressões excessivas sobre o desempenho e da monitorização constante, frequentemente associadas aos ambientes de trabalho orientados para a IA. Este relatório faz parte do manifesto mais alargado com a designação de *Dignity at Work and the AI Revolution* (Dignidade no Trabalho e a Revolução da IA)¹⁵², que defende uma utilização justa e transparente da IA, salientando as preocupações com a segurança no emprego, as condições de trabalho e a saúde mental.

¹⁴³ IMA-Europe 2024 OSH Seminar: Dust Exposure Monitoring and Health and Safety in the Digital Age

¹⁴⁴ Artificial intelligence and SMEs: experiences from a present future

¹⁴⁵ Technology and digital transformation: A challenge for trade unions

¹⁴⁶ Digitalizando la SST con IA; Transformación IA buscando una cultura de Seguridad; Inteligencia Artificial en el mundo de la SST

¹⁴⁷ Promoting human-centred AI in the workplace. Trade unions and their strategies for regulating the use of AI in Germany

¹⁴⁸ Algorithmic Management - Awareness, Risks and Response of the Social Partners

¹⁴⁹ Towards building worker and trade union in the Philippines

¹⁵⁰ Trade Unions in the Digital Age: Country Fiche on Spanish Manufacturing Sector

¹⁵¹ Shaping our digital Future

¹⁵² Shaping our digital Future

2.3.5 Atividades formativas

Em muitos países, os serviços públicos e outros organismos desenvolveram atividades formativas para ajudar os empregadores e os trabalhadores a gerir os riscos associados às tecnologias digitais nos locais de trabalho. Algumas iniciativas abrangem as tecnologias digitais em geral, enquanto outras visam especificamente a IA, muitas vezes em combinação com a robótica ou a automatização, direcionadas para setores específicos, como a indústria transformadora, a indústria extrativa e a produção de energia.

- No Brasil, o Serviço Social da Indústria ¹⁵³ oferece formação para indústrias em transformação digital, com foco em interações seguras com robôs, IA e outras ferramentas digitais. Os conteúdos destas ações formativas destacam os riscos ergonômicos relacionados com a automatização e a IA, bem como os impactos do aumento da digitalização na saúde mental.
- No Canadá, os Serviços de Segurança e Prevenção no Local de Trabalho ¹⁵⁴ disponibilizam formação em segurança digital, especialmente em setores como a indústria transformadora, a construção e a agricultura. O foco está nos riscos associados à IA e à robótica, incluindo as questões sobre ergonomia e o impacto psicológico das tecnologias digitais.

¹⁵³ Social Service of Industry (SESI)

¹⁵⁴ Workplace Safety and Prevention Services (WSPS)



- O Programa *Safe Work Australia*¹⁵⁵ também disponibiliza formação para trabalhadores e empregadores em setores como a construção, a logística e a indústria transformadora. As ações centram-se na interação segura com ferramentas orientadas pela IA e sistemas robóticos, e no desenvolvimento contínuo de competências como resposta à transformação digital.
- No Chile, a Comissão do Sistema Nacional de Certificação de Competências Laborais - ChileValora,¹⁵⁶ disponibiliza formação a trabalhadores e trabalhadoras de setores de risco elevado, como a indústria extrativa, a indústria transformadora e a produção de energia. A formação abrange protocolos de segurança para IA e robótica, bem como os efeitos psicológicos da transformação digital.
- O “Programa Nacional para a Inteligência Artificial dos Emirados Árabes Unidos”¹⁵⁷ remove formação para melhorar as competências em matéria de IA para trabalhadores ou trabalhadoras do setor público, garantindo a sua preparação para gerir a integração da IA nos respetivos setores.
- Na Polónia, o Instituto Central de Proteção do Trabalho¹⁵⁸ promove formação sobre a integração segura da IA e da robótica nos setores da indústria transformadora, da logística e dos cuidados de saúde. Esta formação aborda a segurança robótica, a integração da IA nas avaliações de risco e a importância da ergonomia, a par dos esforços para mitigar os riscos psicossociais e promover a saúde mental em postos de trabalho digitalizados.
- Em Singapura, o Conselho de Segurança e Saúde no Trabalho¹⁵⁹ disponibiliza de formação certificada destinada a empresas em matérias como os impactos da transformação digital na segurança, especialmente em setores de risco elevado como a construção e a logística. A formação centra-se na implementação segura de sistemas de IA, robótica e dispositivos vestíveis para monitorização da segurança, bem como na abordagem dos efeitos psicológicos da automatização.

2.3.6 Investigação sobre as implicações da digitalização para a SST

As iniciativas de investigação são cruciais para compreender e gerir a evolução dos desafios da segurança e saúde de trabalho. A investigação desempenha um importante papel ao fornecer informações fiáveis sobre o impacto das tecnologias digitais aos governos, empregadores e trabalhadores. Isto permite-lhes identificar prioridades e tomar medidas com base em evidências para promover e proteger a segurança e a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras. Têm sido desenvolvidas numerosas iniciativas que abordam diferentes aspetos da digitalização do trabalho, em que se incluem a atribuição de bolsas de estudo, programas de doutoramento e conferências académicas que promovem a colaboração e expandem os conhecimentos nesta temática.

- Na Áustria, a iniciativa “Work NEW 4.0”¹⁶⁰, promovida pelo Ministério Federal do Trabalho e da Economia, aborda impacto da digitalização, da automatização e da IA na SST. Esta iniciativa explora benefícios, como a monitorização da segurança baseada em IA, como desafios, que incluem a saúde mental e a deslocalização de empregos. Incentiva a colaboração entre a academia, as empresas e serviços públicos para garantir a integração segura destas tecnologias.
- No Canadá, o *Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail* divulgou a publicação periódica *Bulletin de Veille Scientifique sur l'Intelligence Artificielle et la SST*.¹⁶¹ Esta iniciativa tem como objetivo fornecer às partes interessadas perspetivas de investigação sobre tecnologias emergentes, as suas implicações para a segurança nos locais de trabalho e possíveis estratégias de integração da IA para melhorar as práticas de SST.
- No Chile, a Autoridade de Superintendência da Segurança Social financia investigação sobre a utilização de IA e dispositivos vestíveis para a monitorização da segurança em tempo real, ao setor da

¹⁵⁵ Safe Work Australia

¹⁵⁶ ChileValora

¹⁵⁷ <https://u.ae/en/information-and-services/jobs/training-and-development/online-training/national-program-for-artificial-intelligence>

¹⁵⁸ Central Institute for Labour Protection

¹⁵⁹ Workplace Safety and Health (WSH) Council

¹⁶⁰ https://lab.neos.eu/_Resources/Persistent/a7b52188459eaf6028338e8958683de074b3324f/ELF%20-%20Work%204.0.pdf

¹⁶¹ Nouvelle veille dédiée à l'intelligence artificielle en SST > IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

silvicultura e da agricultura,¹⁶² com a aplicação de IA para a avaliação biomecânica da marcha através da utilização câmaras de vídeo convencionais¹⁶³ aconselhamento digital sobre gestão de riscos¹⁶⁴ e a eficácia dos programas de Realidade Virtual para promover a prevenção de riscos.¹⁶⁵

- A rede neozelandesa Robotics, Automation, and Sensing¹⁶⁶ reúne especialistas para discutir as implicações da robótica e da automação para a segurança, em conferências sobre o futuro do trabalho e a segurança dos trabalhadores e trabalhadoras num mundo digitalizado.
- Na Suécia, o grupo de investigação *New World of Work*¹⁶⁷ do Instituto Karolinska investiga o impacto dos sistemas algorítmicos na saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras, tendo igualmente em conta as negociações entre trabalhadores e empregadores aquando da implementação dessas tecnologias.
- Nos Estados Unidos da América, o NIOSH apoia a investigação em IA e robótica para melhorar a segurança nos locais de trabalho. O NIOSH concede subvenções para projetos que utilizem a IA para prevenir acidentes, automatizar protocolos de segurança e proceder a adaptações ergonómicas. Também financia a investigação em sistemas baseados em IA, incluindo exoesqueletos, para reduzir os riscos de lesões, bem como aplicações de aprendizagem automática para analisar dados de segurança.¹⁶⁸

¹⁶² SUSESO: Prensa - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES AÑO 2023: RESULTADOS PROCESO DE ADJUDICACIÓN

¹⁶³ <https://www.suseso.cl/619/w3-article-732234.html>

¹⁶⁴ <https://www.suseso.cl/619/w3-article-732253.html>

¹⁶⁵ https://www.suseso.cl/619/articles-672238_archivo_01.pdf

¹⁶⁶ <https://www.nzras.org.nz/>

¹⁶⁷ <https://ki.se/en/research/research-areas-centres-and-networks/research-groups/the-new-world-of-work-theo-bodins-research-group>

¹⁶⁸ Research Grant Funding | Extramural Research | CDC





2.4 Gestão da digitalização e da SST nos locais de trabalho

Uma ação eficaz a nível das empresas, com a participação ativa dos trabalhadores e das trabalhadoras, é fundamental para garantir que a conceção e a implementação de novas tecnologias nos locais de trabalho reforcem a SST. Uma vez que as tecnologias transformam a natureza do trabalho estas ações devem incluir medidas específicas para gerir os riscos emergentes. Essas medidas devem ser cuidadosamente adaptadas às necessidades específicas dos trabalhadores e das trabalhadoras e aos desafios colocados pelos avanços tecnológicos. Ao adotar estratégias pró-ativas, as empresas podem garantir que a tecnologia em reforçar, e não comprometer, a segurança e o bem-estar de todas as pessoas.

A digitalização pode introduzir mudanças significativas nos locais de trabalho, nomeadamente as relacionadas com a automatização ou a monitorização digital. Maximizar as oportunidades e responder aos desafios exige uma abordagem colaborativa e de participação ativa dos trabalhadores e seus representantes, no desenvolvimento de medidas e soluções. Os trabalhadores e trabalhadoras devem ser envolvidos em todas as fases da implementação de novas tecnologias, incluindo a sua seleção, a definição do seu papel e objetivo, a introdução e a revisão contínua. Através do diálogo e da colaboração, os trabalhadores e os empregadores podem trabalhar em conjunto para desenvolver estratégias para a utilização segura das tecnologias digitais, para garantir que estes avanços apoiem a saúde e a segurança dos trabalhadores e das trabalhadoras.

Para tal, a criação de sistemas robustos de gestão da SST é essencial para gerir proativamente os riscos introduzidos pela digitalização e pela IA.

2.4.1 Implementação de um sistema abrangente de gestão da SST

À medida que as organizações integram ferramentas digitais, IA e automatização nas suas operações, um sistema robusto de gestão da SST garante que a segurança e a saúde são prioritárias, adaptando-se simultaneamente aos avanços tecnológicos. Este sistema deve ser implementado em consulta com os trabalhadores e os seus representantes em todas as fases. Em conformidade com as Diretrizes da OIT sobre Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) de 2001, os sistemas devem incluir os seguintes elementos-chave:

- **Desenvolvimento de políticas:** Formulação de uma política clara de SST que reflita o compromisso da organização para com a segurança e a saúde, inclusive no contexto da integração de novas tecnologias e de novos processos. Esta política deve ser acordada através de um processo tripartido, respeitando sempre as disposições da Convenção (n.º 155).
- **Organização:** Definir funções e responsabilidades em matéria de SST, assegurar o empenho da gestão de topo e promover a participação ativa e a consulta dos trabalhadores, em especial no que respeita à integração de novas tecnologias e medidas conexas de SST.
- **Planeamento e implementação:** Identificar de forma sistemática os perigos e avaliar todos os riscos, incluindo os associados às novas tecnologias, incluindo a IA e as ferramentas digitais, e aplicar medidas de prevenção e de proteção adaptadas a estas inovações.
- **Avaliação:** Monitorizar e medir o desempenho da SST, incluindo a eficácia dos controlos relacionados com as novas tecnologias, e realizar auditorias regulares para garantir o cumprimento legal das normas de SST.
- **Ações de melhoria:** Implementação de ações corretivas com base em avaliações e medidas de melhoria contínua. Tal inclui a revisão das políticas e procedimentos de SST para fazer face à evolução dos riscos colocados pelas mudanças tecnológicas nos locais de trabalho.

2.4.2 Consulta, informação e formação dos trabalhadores

Garantir a informação e a participação ativa dos trabalhadores e trabalhadoras sobre as novas tecnologias e os potenciais riscos da sua utilização, na aplicação de medidas preventivas, é essencial para um ambiente de trabalho seguro e saudável.

Tal como referido na Convenção n.º 155, os trabalhadores e os seus representantes devem ser consultados de forma significativa antes da introdução de novas tecnologias com impacto na SST, garantindo que têm voz ativa nas decisões que afetam diretamente o seu trabalho. Esta consulta deve ser proativa e proporcionar a expressão das preocupações de todos e todas, e recolher contributos e participar na tomada de decisões sobre a forma como as novas tecnologias são implementadas e geridas nos seus locais de trabalho. A investigação indica que a participação ativa dos trabalhadores e trabalhadoras nos processos de tomada de decisão contribui para melhorar os resultados em termos de segurança e a adesão a novas tecnologias (EU-OSHA 2024b).

A consulta e a participação também contribuem para promover um clima de confiança e de suporte aos trabalhadores e trabalhadoras aquando da adaptação a novos sistemas. A experiência e o conhecimento dos trabalhadores e dos seus sindicatos também são fundamentais para criar as melhores soluções. O seu envolvimento pode contribuir para identificar riscos que podem não ser óbvios durante as fases de planeamento ou conceção e garantir soluções adaptadas às necessidades reais dos trabalhadores e das trabalhadoras. Esta abordagem promove uma cultura de SST positiva, em que os trabalhadores e trabalhadoras não recebem apenas formação, como também se envolvem e assumem a responsabilidade de contribuir para melhorar os seus ambientes de trabalho. Além disso, os empregadores devem garantir processos de consulta inclusivos, tendo em conta as diferentes necessidades dos trabalhadores e trabalhadoras. Uma cultura de consulta e participação também incentiva a comunicação de perigos sem receio de retaliação, ajudando a identificar e a resolver os problemas de forma rápida e eficaz. Ao envolver os trabalhadores e trabalhadoras no processo, os empregadores promovem um ambiente em que a segurança e o bem-estar são prioridades partilhadas.

Para garantir uma participação significativa dos trabalhadores e das trabalhadoras e a implementação segura das tecnologias digitais, os empregadores devem proporcionar oportunidades de formação abrangente e contínua para dotar os trabalhadores de conhecimentos e competências adequados. Estas competências incluem a compreensão dos procedimentos operacionais, o reconhecimento de potenciais perigos, a aplicação de medidas de prevenção e o saber como agir em caso de avarias ou emergências. A formação deve ser um processo contínuo, adaptado às atualizações tecnológicas e às mudanças nas práticas de trabalho. Os empregadores devem disponibilizar materiais de formação acessíveis e compreensíveis para todos os trabalhadores e trabalhadoras, tendo em conta fatores como a diversidade linguística e os diferentes níveis de literacia.

2.4.3 Abordar os riscos novos e emergentes através de uma avaliação eficaz dos riscos

A integração de novas tecnologias nos locais de trabalho exige uma avaliação exaustiva dos riscos de SST, com a plena participação dos trabalhadores e das trabalhadoras. Essa avaliação vai para além da avaliação do ambiente físico e de equipamentos, como dispositivos vestíveis, robôs e máquinas -, também devem ser avaliados os riscos associados aos processos digitalizados, incluindo a gestão por algoritmos, os sistemas de monitorização inteligentes e a automatização.

A gestão de riscos envolve a identificação de perigos, a avaliação da probabilidade e gravidade dos riscos e a definição de medidas adequadas de controlo desses riscos seguindo a hierarquia dos controlos. Essa avaliação deve ter em conta a complexidade das tecnologias emergentes, uma vez que os sistemas algorítmicos e a automatização colocam desafios significativos devido à sua natureza evolutiva. As avaliações de risco não devem centrar-se apenas nas tecnologias diretamente relacionadas com o trabalho ou com os processos

de produção, mas também nas que se destinam a melhorar a SST, uma vez que podem inadvertidamente introduzir novos riscos, nomeadamente psicossociais.

À medida que a tecnologia evolui, os riscos no local de trabalho também aumentam. Novas actualizações de software, actualizações de sistemas ou alterações nos processos de trabalho podem introduzir perigos imprevistos, exigindo uma revisão e um ajustamento constantes das medidas preventivas de segurança e saúde no trabalho. Para abordar estes riscos de forma proactiva, os empregadores devem realizar avaliações de risco regulares e sempre que se planeie a introdução de novas tecnologias. Com esta abordagem, as empresas podem identificar e aplicar rapidamente medidas preventivas adequadas, garantindo uma transição mais segura para um ambiente de trabalho digitalizado. Manter-se a par dos desenvolvimentos tecnológicos e das alterações regulamentares, bem como recolher as reacções dos trabalhadores, pode ajudar a identificar novos riscos e a abordá-los eficazmente.

As tecnologias digitais podem melhorar o processo de avaliação dos riscos, fornecendo dados em tempo real, simulações e análises preditivas. As ferramentas digitais de avaliação de riscos, como os sistemas de deteção de perigos baseados em IA, os sensores portáteis e as plataformas avançadas de análise de dados, podem ajudar a antecipar potenciais riscos antes de estes se manifestarem. Mas, embora estas ferramentas digitais ofereçam informações valiosas, não devem substituir a supervisão humana. É essencial integrar as avaliações tecnológicas com a opinião de especialistas, a consulta dos trabalhadores e a compreensão do contexto para garantir avaliações de risco abrangentes e precisas. Confiar apenas em avaliações digitais pode levar a pontos cegos, particularmente no que diz respeito aos riscos psicossociais e ao impacto mais amplo da mudança tecnológica na organização do trabalho. Ao combinar conhecimentos humanos e ferramentas digitais nas avaliações dos riscos para a segurança e a saúde no trabalho, os locais de trabalho podem adotar uma abordagem equilibrada e proactiva da gestão dos riscos relacionados com as tecnologias emergentes.

É importante que os empregadores envolvam ativamente os trabalhadores e os seus representantes na avaliação dos riscos. Os seus conhecimentos e experiências são inestimáveis na identificação de riscos que podem não ser imediatamente evidentes na especialmente os riscos relacionados com fatores psicossociais e com a organização do trabalho. O feedback dos trabalhadores em garante que a avaliação de riscos é abrangente e relevante para as pessoas diretamente afetadas pelas mudanças tecnológicas. Esta abordagem participativa também promove um sentimento de apropriação e cooperação, conduzindo a uma implementação mais eficaz das medidas de redução dos riscos.



Integração das novas tecnologias na gestão dos riscos para melhorar a SST

Os sistemas de IA estão a transformar a abordagem tradicional da avaliação dos riscos profissionais devido à sua capacidade de detetar, analisar e reagir rapidamente às ameaças. Ao examinarem grandes quantidades de dados provenientes de várias fontes, incluindo redes de sensores, dispositivos vestíveis e registos históricos de incidentes, os algoritmos de IA podem identificar eventuais perigos e prever riscos em tempo real (O'Brien 2023). A avaliação pró-ativa dos riscos permite intervenções atempadas e adotar medidas de prevenção para reduzir acidentes e lesões (Safetytech Accelerator 2024).

As tecnologias de inovação desempenham um papel fundamental na prevenção e no controlo dos riscos. Tal como acontece com todas as medidas preventivas, estas devem ser implementadas de acordo com a hierarquia dos controlos. Segue-se alguns exemplos de como as tecnologias inovadoras podem ser aplicadas de acordo com aqueles princípios.

		Espaços confinados	Perturbações músculo-esqueléticas	Locais de trabalho
Mais eficaz ↑ ↓ Menos eficaz	Eliminação Remover fisicamente o perigo	Substituir a entrada física por drones ou rastreadores robóticos	Automatização de tarefas repetitivas por processos robóticos	Robótica para retirar os trabalhadores de tarefas e ambientes perigosos
	Substituição Substituir o perigo	Simulações imersivas de Realidade Virtual para o desenvolvimento de competências	Exoesqueletos para facilitar o manuseamento manual de cargas pesadas Robôs colaborativos para partilhar a carga de trabalho	Materiais de nano-engenharia para substituir substâncias perigosas por alternativas mais seguras
	Controlos de engenharia Isolar as pessoas do perigo	Sistemas de monitorização em tempo real para o rastreamento contínuo das condições ambientais em espaços confinados	Visão por computador para identificar riscos ergonómicos	Sensores e dispositivos vestíveis para monitorizar a exposição dos trabalhadores aos perigos em tempo real
	Controlos administrativos Mudar a forma como as pessoas trabalham	Sistemas digitais de autorização de trabalho para avaliação e autorização antes da entrada	<i>Gamification</i> e simulação da formação em ergonomia para envolver e sensibilizar os trabalhadores sobre as melhores práticas	Formação em RV e RA para reconhecimento de perigos e resposta a emergências
	EPI Proteger o trabalhador com EPI	Detetores de gás vestíveis para monitorização contínua e alertas imediatos	EPI inteligentes com sensores incorporados para detetar e alertar para postura incorreta ou esforço excessivo	EPI inteligentes com sensores incorporados para monitorizar os sinais vitais dos trabalhadores

Fonte: Safetytech Accelerator (2024)



Principais conclusões

A digitalização está a reconfigurar o mundo do trabalho, promovendo novas oportunidades de melhoria da SST.

- A digitalização pode contribuir para melhorar a SST através da redução de exposições profissionais perigosas, da melhoria dos procedimentos de deteção e prevenção, da racionalização e otimização de processos e da organização do trabalho que reduzam as cargas de trabalho físico e cognitivo, entre outros benefícios.

A integração das tecnologias digitais pode introduzir também novos riscos físicos e psicossociais (incluindo fatores organizacionais), que devem ser cuidadosamente avaliados e geridos.

A automatização pode melhorar significativamente a segurança e a saúde no local de trabalho, reduzindo exposições profissionais perigosas.

- A robótica avançada pode executar tarefas perigosas ou em ambientes perigosos, como algumas áreas operacionais de risco elevado, evitando a exposição humana a temperaturas extremas ou a substâncias tóxicas.
- Os robôs e os exoesqueletos podem facilitar tarefas fisicamente exigentes, reduzir as perturbações músculo-esqueléticas e aumentar a segurança geral.
- A automatização pode eliminar tarefas repetitivas e monótonas, como por exemplo o preenchimento de formulários e o processamento de candidaturas, permitindo que os trabalhadores e as trabalhadoras se concentrem em tarefas de maior responsabilidade mais complexas e interessantes.

Embora benéfica, a automatização pode também introduzir riscos, que incluem falhas mecânicas, desafios ergonómicos, exposição a produtos químicos ao ruído e a riscos psicossociais, nomeadamente a intensificação do ritmo de trabalho, a sobrecarga cognitiva, o isolamento social e a insegurança no emprego.

A utilização de ferramentas inteligentes de sistemas de monitorização da segurança e saúde e melhoram a deteção e a resposta aos riscos, através de dados em tempo real e de análises preditivas.

- Os dispositivos vestíveis, os sensores e os sistemas baseados em IA podem detetar perigos como a fraca qualidade do ar, a exposição excessiva ao ruído e riscos ergonómicos, e contribuem para prevenir acidentes e para melhorar a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras.
- A análise preditiva, permite identificar os perigos, precocemente e intervir pró-ativamente com vista a reduzir acidentes de trabalho, contribuindo assim para melhorar os níveis de segurança e a saúde.

Os dispositivos vestíveis inteligentes, incluindo os EPI inteligentes, contribuem para melhor a segurança, a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e trabalhadoras, mas as questões relacionadas com o conforto, a adequabilidade e o correto uso - especialmente em grupos com características diversificadas - devem ser abordadas para garantir a eficácia dos mesmos. A preocupações colocadas pela privacidade, o stresse originado pela vigilância e monitorização contínuas do trabalho, são elementos importantes a ter em conta na adoção destes sistemas.

As tecnologias de Realidade Expandida podem revolucionar a formação em SST e a sensibilização para os perigos.

- A Realidade virtual e a Realidade aumentada (RA) proporcionam uma experiência imersiva em contexto formativo, com simulações de ambientes de trabalho de elevado risco, mas sem a exposição a esses riscos, potenciando a retenção de talentos e o desenvolvimento de competências de resposta a emergências.
- As simulações virtuais podem servir de suporte à fiscalização dos locais de trabalho e ao planeamento de visitas inspetivas, à identificação de perigos e avaliação ergonómica do posto de trabalho, reduzindo a exposição a riscos presentes nos locais de trabalho.

Para garantir a utilização segura destas tecnologias, os riscos que possam surgir decorrentes do bloqueio da visibilidade, problemas de equilíbrio, tensão visual e sobrecarga cognitiva, devem ser cuidadosamente avaliados e geridos.

A utilização crescente da gestão por algoritmos tem vindo a imprimir novas dinâmicas nos locais de trabalho e influenciar a forma como as tarefas são atribuídas, monitorizadas e avaliadas.

- Os sistemas de gestão por algoritmos podem otimizar o planeamento, a distribuição e a atribuição de tarefas, melhorar a eficiência e o equilíbrio entre a vida profissional e pessoal.
- A vigilância excessiva, a pressão para aumentar a produtividade e a automatização de processos de tomada de decisão podem reduzir a autonomia dos trabalhadores e trabalhadoras e aumentar os níveis de stress. Outros riscos psicossociais podem surgir associados à gestão por algoritmos, nomeadamente o isolamento social, existe ainda o risco promover desigualdades nos processos de contratação, na progressão na carreira, além recolha intrusiva de dados sensíveis.

A mudança para o trabalho digital, formas de trabalho remoto e o trabalho através de plataformas digitais vieram transformar onde e como o trabalho é realizado.

- O trabalho remoto e o trabalho híbrido (teletrabalho) e as plataformas digitais permitem maior flexibilidade, equilíbrio entre a vida profissional e familiar e favorecem a inclusão, podem beneficiar ainda os trabalhadores e trabalhadoras com responsabilidades de prestação de cuidados familiares, pessoas com deficiência ou restrições de mobilidade.

O teletrabalho e o trabalho através de plataformas digitais podem conduzir a um aumento do volume do trabalho, da vigilância digital, ao isolamento social e a riscos ergonómicos. Os trabalhadores e trabalhadoras das plataformas digitais também se confrontam frequentemente com a insegurança no emprego, a falta de proteção social e laboral, incluindo de SST e horários de trabalho irregulares, com impacto na sua saúde e bem-estar.

A criação, o funcionamento e a eliminação dos resíduos digitais dependem de um número considerável de pessoas, o que suscita preocupações significativas em matéria de SST e ambientais.

- As pessoas que trabalham na anotação de dados, na moderação de conteúdos e no desenvolvimento de IA encontram-se sujeitas a ritmos intensos de trabalho, elevada tensão psicológica e excesso de vigilância, encontram-se muitas vezes sem a proteção adequada.
- As pessoas envolvidas na produção de tecnologias e na gestão de resíduos eletrónicos trabalham frequentemente em condições perigosas, nomeadamente na extração de minerais raros como o cobalto e

o lítio em ambientes insalubres. Os trabalhadores e trabalhadoras da indústria trabalham frequentemente por longas horas, em condições inseguras e os trabalhadores informais envolvidos no manuseamento de resíduos digitais encontram-se expostos e expostas a produtos químicos tóxicos.

- Embora a IA e a automatização possam contribuir para melhorar a segurança dos processos de produtivos e de reciclagem, as suas crescentes exigências energéticas e pegada ambiental devem ser geridas para garantir a proteção das pessoas e promover práticas empresariais sustentáveis.

Uma abordagem equilibrada, interdisciplinar e multilateral é essencial para garantir a SST na era digital.

- Os quadros normativos de SST existentes continuam a ser essenciais para responder aos desafios colocados pela digitalização. Por exemplo, os instrumentos de SST desenvolvidos pela OIT são determinantes para garantir o direito fundamental a um ambiente de trabalho seguro e saudável, na era digital.
- As políticas e estratégias nacionais abordam cada vez mais os impactos da digitalização na SST, procurando garantir a proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras em ambientes de trabalho em evolução e promover uma transição digital responsável com o objetivo de equilibrar a inovação com a proteção dos trabalhadores.
- Os regulamentos que abordam os riscos profissionais decorrentes das tecnologias digitais, têm evoluído com a criação de novas medidas que abrangem a interação entre os seres humanos e os robôs, o direito a desligar, a gestão por algoritmos, o teletrabalho e o trabalho através de plataformas digitais. Por sua vez os acordos coletivos ou as convenções coletivas de trabalho contribuem para a salvaguardar a proteção dos trabalhadores e das trabalhadoras em locais de trabalho digitalizados.
- As normas e princípios orientadores de aplicação voluntária (não-vinculativos), as campanhas de sensibilização e as iniciativas de formação desempenham um papel determinante para assegurar uma utilização segura e saudável das tecnologias, promover o cumprimento das obrigações legais, orientar as empresas e dotar os trabalhadores e trabalhadoras das competências digitais necessárias para melhor se adaptarem à transição digital.
- Os parceiros sociais desempenham um papel fundamental na definição das políticas sobre a transição digital, através da sua participação na tomada de decisões e da negociação de acordos coletivos ou convenções coletivas e da organização de iniciativas de sensibilização para promover a utilização das tecnologias de forma justa e segura.

A avaliação e a gestão dos riscos são essenciais para garantir uma abordagem proativa de prevenção de novos riscos.

- A avaliação de riscos deve ser efetuada regularmente para identificar os perigos associados às tecnologias digitais, tendo em conta os fatores físicos, e psicossociais (incluindo fatores organizacionais).
- As medidas de prevenção devem basear-se na hierarquia dos controlos, priorizar à eliminação dos perigos e as soluções de engenharia e só depois os controlos administrativos e os EPI, assegurando que as tecnologias são utilizadas para melhorar a segurança e a saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras e não como substituto de medidas de proteção coletiva em matéria de SST.
- As ferramentas digitais, como a análise de dados baseada em ferramentas de IA, os sistemas de monitorização em tempo real e os modelos preditivos, podem melhorar a avaliação de riscos e melhor direcionar estratégias de segurança no trabalho, mas devem complementar - e não substituir - a avaliação humana nas práticas de SST.
- As medidas de prevenção e de controlo dos riscos devem ser adaptadas às necessidades e características de grupos específicos de trabalhadores e trabalhadoras, garantindo oportunidades para todas as pessoas, que permitam mitigar os riscos para quem apresenta maior vulnerabilidades aos desafios da SST.

- Os trabalhadores e trabalhadoras devem participar ativamente em todas as fases da implementação da tecnologia digital, contribuir para a sua conceção, funcionamento e controlo, garantindo que as suas opiniões são tidas em conta e que a digitalização apoia e não prejudica a SST.
- Os programas de formação deverão ser abrangentes para dotar os trabalhadores e trabalhadoras das competências necessárias que lhes permitam utilizar as novas tecnologias em segurança, reconhecer os potenciais riscos e responder de forma eficaz aos perigos emergentes, e acesso a formação específica para quem desempenha funções de risco elevado ou com utilização intensiva de tecnologias digitais.
- As políticas empresariais de SST devem ser sistematicamente avaliadas e ajustadas e manter a sua atualidade à medida que a tecnologia evolui, incorporando os contributos dos trabalhadores e trabalhadoras e os mais recentes avanços em matéria de segurança

É necessário aprofundar a investigação para compreender os impactos das tecnologias digitais na SST a longo prazo e garantir uma implementação informada.

- São necessários mais dados sobre os potenciais benefícios e os impactos negativos da SST em todos os setores - para determinar se haverá uma redução ou um aumento de acidentes de trabalho e doenças profissionais e relacionadas com o trabalho.
- É necessária uma maior colaboração entre governos, o meio académico e parceiros sociais para colmatar as lacunas da investigação e apoiar estratégias baseadas em evidências para garantir locais de trabalho digitalizados seguros e saudáveis.





Referências

- A3 Marketing Team. (2019, March 14). 4 Extreme Application Environments Today's Industrial Robots are Automating. Retirado de *Association for Advancing Automation*: <https://www.automate.org/robotics/blogs/4-extreme-application-environments-today-s-industrial-robots-are-automating#:~:text=Not%20only%20are%20the%20temperatures,a%207thaxis%20positioner.>
- Aati, Khaled, Daeyeol Chang, Praveen Edara, e Carlos Sun. 2020. "Immersive Work Zone Inspection Training Using Virtual Reality". *Transportation Research Record* 2674 (12): 224–32. <https://doi.org/10.1177/0361198120953146>.
- Aksüt, Güler, Tamer Eren, e Hacı Mehmet Alakaş. 2024. "Using Wearable Technological Devices to Improve Workplace Health and Safety: An Assessment on a Sector Base with Multi-Criteria Decision-Making Methods". *Ain Shams Engineering Journal* 15 (2): 102423. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102423>.
- Akylidiz, Cengiz. 2023. "Integration of Digitalization into Occupational Health and Safety and Its Applicability: A Literature Review". *The European Research Journal* 9 (6): 1509-1519. <https://doi.org/10.18621/eurj.1352743>.
- Amarasinghe, Akarshani, Viraj B. Wijesuriya, Dilshan Ganepola, and Lakshman Jayaratne. 2019. "A Swarm of Crop Spraying Drones Solution for Optimising Safe Pesticide Usage in Arable Lands: Poster Abstract". *SensSys: Proceedings of the 17th Conference on Embedded Networked Sensor Systems* 410–11. <https://doi.org/10.1145/3356250.3361948>.
- Anses. 2021. "Expositions Aux Technologies de Réalité Virtuelle et/ou Augmentée. Avis de l'Anses Rapport d'expertise Collective". <https://www.anses.fr/en/system/files/AP2017SA0076Ra.pdf> (Anses, 2021).
- ANSI. 1986. "American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements". https://webstore.ansi.org/standards/ria/ansir15062012?srsltid=AfmBOoqOfn56xO5q2ulEexlHCcAwc3vC_gvB-Oi-yrIojAoKo9xBy6xF (ANSI, 1986).
- Arterburn, David R., Christopher T. Duling, e Nishanth R. Goli. 2017. "Ground Collision Severity Standards for UAS Operating in the National Airspace System (NAS)". Em *17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. American Institute of Aeronautics and Astronautics*. <https://doi.org/10.2514/6.2017-3778>.
- Australian Water Association. 2023. "Melbourne Water Grabs Gong for VR Tech Use in Hazard Identification." *Australian Water Association*, 9 de novembro, 2023. <https://www.awa.asn.au/resources/latest-news/technology/innovation/melbourne-water-grabs-gong-for-vr-tech-use-in-hazard-identification>
- Babashahi, Leili, Carlos Eduardo Barbosa, Yuri Lima, Alan Lyra, Herbert Salazar, Matheus Argôlo, Marcos Antonio de Almeida, e Jano Moreira de Souza. 2024. "AI in the Workplace: A Systematic Review of Skill Transformation in the Industry". *Administrative Sciences* 14 (6): 127. <https://doi.org/10.3390/admsci14060127>.
- Baiocco, Sara, Enrique Fernández-Macías, Uma Rani, e Annarosa Pesole. 2022. "The Algorithmic Management of Work and Its Implications in Different Contexts". *JRC Working Papers on Labour, Education and Technology*. <https://ideas.repec.org/p/ipt/laedte/202202.html>.
- Ball, Kirstie. 2021. Electronic Monitoring and Surveillance in the Workplace. *Literature Review and Policy Recommendations*. Serviço das Publicações da União Europeia. <https://dx.doi.org/10.2760/5137>.
- ———. 2010. "Workplace Surveillance: An Overview". *Labor History* 51 (1): 87–106. <https://doi.org/10.1080/00236561003654776>.
- Bankins, Sarah, e Paul Formosa. 2023. "The Ethical Implications of Artificial Intelligence (AI) For Meaningful Work". *Journal of Business Ethics* 185: 725–40. <https://doi.org/10.1007/s10551-023-05339-7>.
- Bär, Mona, Benjamin Steinhilber, Monika A. Rieger, e Tessy Luger. 2021. "The Influence of Using Exoskeletons during Occupational Tasks on Acute Physical Stress and Strain Compared to No Exoskeleton – A Systematic Review and Meta-Analysis". *Applied Ergonomics* 94 (julho): 103385. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103385>.
- BBC News. 2021. "Facebook Moderator: 'Every Day Was a Nightmare'". <https://www.bbc.com/news/technology-57088382> (BBC News, 12 de maio 2021, sec. *Technology*).
- Bérastégui, Pierre, Exposure to Psychosocial Risk Factors in the Gig Economy: A Systematic Review (20 de janeiro, 2021). ETUI Research Paper - Report 2021.01, disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3770016> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3770016>
- ———. 2024. "Working in the Metaverse: What Are the Risks?" <https://www.etui.org/publications/working-metaverse-what-are-risks> (ETUI, 2024).
- Berg, Janine, Francis Green, Laura Nurski, e David A Spencer. 2023. "Risks to Job Quality from Digital Technologies: Are Industrial Relations in Europe Ready for the Challenge?" *European Journal of Industrial Relations* 29 (4): 347–65. <https://doi.org/10.1177/09596801231178904>.
- Berg-Beckhoff, Gabriele, Grace Nielsen, e Eva Ladekjær Larsen. 2017. "Use of Information Communication Technology and Stress, Burnout, and Mental Health in Older, Middle-Aged, and Younger Workers - Results from a Systematic Review". *International Journal of Occupational and Environmental Health* 23 (2): 160–71. <https://doi.org/10.1080/10773525.2018.1436015>.
- BIS. 2024. "Shocking Ways Smart Wearables Are Saving Lives at Work". <https://www.trainanddevelop.ca/blog/shocking-ways-smart-wearables-are-saving-lives-at-work/> (6 de março de 2024).
- Borikar, Ganesh P., Chaitanya Gharat, e Sachin R. Deshmukh. 2022. "Application of Drone Systems for Spraying Pesticides in Advanced Agriculture: A Review". *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 1259 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1259/1/012015>.
- BrainStation. 2024. "What Is a Machine Learning Engineer? (2024 Guide)". <https://brainstation.io/career-guides/what-is-a-machine-learning-engineer> (BrainStation®, 2024)
- British Safety Council. 2024. "How Smart Hearing Protection Is Driving Reductions in Noise Exposure at Work". <https://www.britsafe.org/safety-management/2024/how-smart-hearing-protection-is-driving-reductions-in-noise-exposure-at-work> (British Safety Council, 2024).

- Brous, Paul, Marijn Janssen, and Paulien Herder. 2020. "The Dual Effects of the Internet of Things (IoT): A Systematic Review of the Benefits and Risks of IoT Adoption by Organizations". *International Journal of Information Management* 51 (abril): 101952. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008>.
- Brun, L. 2020. "Cybercinétose en milieu professionnel". *Références en Santé au Travail*. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TP%2040>.
- Brunnerová, Simona, Daniela Ceccon, Barbora Holubová, Marta Kahancová, Katarína Lukáčová, e Gabriele Medas. 2024. "Collective Bargaining Practices on AI in the European Services Sectors". Bruxelas: FES *Competence Centre on the Future of Work*. <https://wageindicator.org/about/projects/identifying-collective-bargaining-practices-on-ai-in-the-european-services-sectors>.
- Cameron, Gillian, David Cameron, Gavin Megaw, Raymond Bond, Maurice Mulvenna, Siobhan O'Neill, Cherie Armour, e Michael McTear. 2017. "Towards a Chatbot for Digital Counselling". Proceedings of the 31st International BCS Human Computer Interaction Conference (HCI 2017). <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2017.24>.
- Campolettano, Eamon T., Megan L. Bland, Ryan A. Gellner, David W. Sproule, Bethany Rowson, Abigail M. Tyson, Stefan M. Duma, e Steven Rowson. 2017. "Ranges of Injury Risk Associated with Impact from Unmanned Aircraft Systems". *Annals of Biomedical Engineering* 45: 2733–41. <https://doi.org/10.1007/s10439-017-1921-6>.
- CCOHS. 2022a. "CCOHS: Exoskeletons". 2022. https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/exoskeletons.html (CCOHS, 2022).
- ———. 2022b. "CCOHS: Robots and Cobots". 2022. https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/robots_cobots.html (CCOHS, 2022).
- CDT. 2021. *Warning. Bossware May Be Hazardous to Your Health*. <https://cdt.org/wp-content/uploads/2021/07/2021-07-29-Warning-Bossware-May-Be-Hazardous-To-Your-Health-Final.pdf> (Center for Democracy & Technology, 2021).
- Chen, Qin, Jinfeng Ge, Huaqing Xie, Xingcheng Xu, e Yanqing Yang. 2023. "Large Language Models at Work in China's Labor Market". <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08776>.
- Collins, Philippa, e Joe Atkinson. 2023. "Worker Voice and Algorithmic Management in Post-Brexit Britain". *Transfer: European Review of Labour and Research* 29 (1): 37–52. <https://doi.org/10.1177/10242589221143068>.
- Comissão Europeia. 2016. *The EU Data Protection Reform and Big Data*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/51fc3ba6-e601-11e7-9749-01aa75ed71a1> (Comissão Europeia: Direção-Geral da Justiça e dos Consumidores, Serviço de Publicações, 2016).
- Costantino, Francesco, Andrea Falegnami, Lorenzo Fedele, Margherita Bernabei, Sara Stabile, e Rosina Bentivenga. 2021. "New and Emerging Hazards for Health and Safety within Digitalized Manufacturing Systems". *Sustainability* 13 (19): 10948. <https://doi.org/10.3390/su131910948>.
- Costin, Alina, Alina Felicia Roman, e Raluca-Stefania Balica. 2023. "Remote Work Burnout, Professional Job Stress, and Employee Emotional Exhaustion during the COVID-19 Pandemic". *Frontiers in Psychology* 14 (junho): 1193854. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1193854>.
- Cougnard-Gregoire, Audrey, Bénédicte M. J. Merle, Tariq Aslam, Johanna M. Seddon, Isabelle Akinin, Caroline C. W. Klaver, Gerhard Garhöfer, Alfredo Garcia Layana, Angelo Maria Minnella, Rufino Silva, e Cécile Delcourt. 2023. "Blue Light Exposure: Ocular Hazards and Prevention—A Narrative Review." *Ophthalmology and Therapy* 12 (2): 755–788. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9938358/>
- Datta, Namita, Chen Rong, Sunamika Singh, Clara Stinshoff, Nadina Iacob, Natnael Simachew Nigatu, Mpumelelo Nxumalo, e Luka Kimaviciute. 2023. *Working Without Borders: The Promise and Peril of Online Gig Work*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/ebc4a7e2-85c6-467b-8713-e2d77e954c6c>.
- Dekker, Fabian, Anna Salomons, eJeroen van der Waal. 2017. "Fear of Robots at Work: The Role of Economic Self-Interest". *Socio-Economic Review* 15 (3): 539–62. <https://doi.org/10.1093/ser/mwx005>
- Deo Niyati, Anjankar Ashish. 2023. "Artificial Intelligence With Robotics in Healthcare: A Narrative Review of Its Viability in India". https://www.researchgate.net/publication/370986866_Artificial_Intelligence_With_Robotics_in_Healthcare_A_Narrative_Review_of_Its_Viability_in_India
- Dhanalakshmi, A., P. Lathapriya, e K. Divya. 2017. "A Smart Helmet for Improving Safety in Mining Industry". *International Journal of Innovative Science and Research Technology* 2 (3): 58-64. <https://ijisrt.com/wp-content/uploads/2017/04/A-SMART-HELMET-FOR-IMPROVING-SAFETY-IN-MINING-INDUSTRY.pdf>
- DHS. 2023. "Feature Article: Wearable Tech Mitigates First Responder Exposure to Chemical Threats". <https://www.dhs.gov/science-and-technology/news/2023/12/07/feature-article-wearable-tech-mitigates-first-responder-exposure-chemical-threats> (Department of Homeland Security, 2023).
- Dogan, Onur, e Asli Akcamete. 2019. "Detecting Falls-from-Height with Wearable Sensors and Reducing Consequences of Occupational Fall Accidents Leveraging IoT". Em *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering*, editado por Ivan Mutis e Timo Hartmann, 207–14. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_25.
- Easa, Said. 2021. "Human Factor Considerations in Virtual Reality: Adequate or Inadequate?" *Ergonomics International Journal* 5(2): 000267. <https://doi.org/10.23880/eoij-16000267>.
- Ekso Bionics. 2022. "9 Must-Know Facts About Exoskeleton Suits". <https://eksobionics.com/9-must-know-facts-about-exoskeleton-suits/> (Ekso Bionics, 2022).
- Elsamani, Yousif, and Yuya Kajikawa. 2024. "How Teleworking Adoption Is Changing the Labor Market and Workforce Dynamics?" *PLOS ONE* 19 (3): e0299051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299051>.
- ETUC. 2020. "Resolution on the European Strategies on Artificial Intelligence and Data" <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data> (ETUC, 2 de julho de 2020).
- EU-OSHA. 2009. *The human machine interface*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/en_TE8010196EN-N.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2009).
- ———. 2019. *Digitalisation and Occupational Safety and Health (OSH). An EU-OSHA Research Programme*. <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2019).
- ———. 2020. *Smart Personal Protective Equipment: Intelligent Protection for the Future*. https://www.nisg.org.uk/media/uploads/Smart_personal_protective_equipment_intelligent_protection_of_the_future.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2020).

- ———. 2021. *New Forms of Work in the Digital Era: Implications for Psychosocial Risks and Musculoskeletal Disorders*. <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-work-psychosocial-risk-factors-and-work-related-musculoskeletal> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2021).
- ———. 2022a. *Advanced Robotics and Automation/ Implications for Occupational Safety and Health*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/Summary-Advanced%20robotics%20automation_implications_OSH_web.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022b. *Advanced Robotics and Automation: What are the Risks and Opportunities for Occupational Safety and Health?* <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-and-automation-what-are-risks-and-opportunities-occupational-safety-and-health> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022c. *Advanced Robotics, Artificial Intelligence and the Automation of Tasks: Definitions, Uses, Policies and Strategies and Occupational Safety and Health*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/2022-04/Advanced%20robotics_AI_based%20systems.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022d. *Artificial Intelligence for Worker Management: Risks and Opportunities*. <https://osha.europa.eu/en/publications/artificial-intelligence-worker-management-risks-and-opportunities> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022e. *Cognitive Automation - Implications for Occupational Safety and Health*. <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-cognitive-automation-implications-occupational-safety-and-health-0> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho 2022).
- ———. 2022f. *Cognitive Automation: Impact, Risks and Opportunities for Occupational Safety and Health*. <https://osha.europa.eu/en/publications/cognitive-automation-impact-risks-and-opportunities-occupational-safety-and-health> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022g. *Smart Digital Monitoring Systems for Occupational Safety and Health: Opportunities and Challenges*. <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-digital-monitoring-systems-occupational-safety-and-health-opportunities-and-challenges> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2022h. *Incorporating Occupational Safety and Health in the Assessment of Cybersecurity Risks*. <https://osha.europa.eu/en/publications/incorporating-occupational-safety-and-health-assessment-cybersecurity-risks>. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2022).
- ———. 2023a. *Advanced Robotic Automation - Comparative Case Study Report*. <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-advanced-robotic-automation-comparative-case-study-report> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023b. *Advanced Robotics and AI-Based Systems in the Workplace: OSH Challenges and Opportunities Originating from Actual Implementations*. <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-and-ai-based-systems-workplace-osh-challenges-and-opportunities-originating-actual-implementations> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023c. *Healthy Workplaces Campaign 2023-2025 Campaign Guide*. <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/campaign-guide> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023d. *Hybrid Work: New Opportunities and Challenges for Occupational Safety and Health*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Hybrid_work_OSH_en_0.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023e. *Press Briefing. Safe and Healthy Work in the Digital Age*. <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/publications/press-briefing-safe-and-healthy-work-digital-age> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023f. *Surveillance and Monitoring of Remote Workers: Implications for Occupational Safety and Health*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Remote_workers_monitoring.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023g. *Contributing to Occupational Risk Prevention through Initial and Continuing Training*. <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/contributing-occupational-risk-prevention-through-initial-and-continuing-training>. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2023h. *Managing Occupational Safety and Health Risks in Digital Platform Work*. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. https://osha.europa.eu/sites/default/files/Managing-OSH-risks-digital-platform-work_en.pdf. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).
- ———. 2024a. *Automation of Cognitive and Physical Tasks in the Health and Social Care Sector: Implications for Safety and Health. Literature Review*. <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/publications/automation-cognitive-and-physical-tasks-health-and-social-care-sector-implications-safety-and-health> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2024b. *Digital Technologies at Work and Psychosocial Risks: Evidence and Implications for Occupational Safety and Health*. <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-digital-technologies-work-and-psychosocial-risks-evidence-and-implications-occupational-safety-and-health> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2024c. *Remote and Hybrid Work - Managing Safety and Health Anywhere*. <https://osha.europa.eu/en/publications/remote-and-hybrid-work-managing-safety-and-health-anywhere> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2024d. *Worker Exposure to Virtual and Augmented Reality and Metaverse Technologies: How Much Do We Know?* <https://osha.europa.eu/en/publications/worker-exposure-virtual-and-augmented-reality-and-metaverse-technologies-how-much-do-we-know> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2024e. "Platform Work: Recent Policy Developments and OSH Implications." OSHwiki. <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/platform-work-recent-policy-developments-osh-implications>. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2024f. *Smart Digital Systems to Improve OSH: A Comparative Report – Summary*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Smart-digital-systems-improve-OSH-comparative-report_summary_EN.pdf (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2024).
- ———. 2025. *Worker Management Through AI: Implications for Occupational Safety and Health*. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. <https://osha.europa.eu/en/publications/worker-management-through-ai-implications-occupational-safety-and-health>. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2025).
- Estado do Qatar, Ministério do Trabalho. 2022. "Ministry of Labour Launches Training Program for Inspectors Using VR Technology". 2022. <https://www.mol.gov.qa/En/MediaCenter/Pages/NewsDetails.aspx?itemid=65>.
- Eurofound. 2022. "Working Conditions. The Rise in Telework: Impact on Working Conditions and Regulations". <https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/2022/rise-telework-impact-working-conditions-and-regulations> (Eurofound, 2022).
- ———. 2023. "Platform Work: Social Environment". <https://www.eurofound.europa.eu/en/platform-work-social-environment> (Eurofound, 2023).

- Evalan. 2025. "ARMOR Heat Monitor." Acedido em 27 de fevereiro, 2025. <https://evalan.com/products/armor/#:~:text=ARMOR%20is%20the%20real%2Dtime,to%20avoid%20heat%2Drelated%20injuries>.
- Fadel, Marc, Julie Bodin, Florence Cros, Alexis Descatha, and Yves Roquelaure. 2023. "Teleworking and Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20 (6): 4973. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064973>.
- Farley, Samuel, Iain Coyne, Christine Sprigg, Carolyn Axtell, e Ganesh Subramanian. 2015. "Exploring the Impact of Workplace Cyberbullying on Trainee Doctors". *Medical Education* 49 (4): 436-43. <https://doi.org/10.1111/medu.12666>.
- Feng, Y., & Farris, J. A. (2020). *The impact of electronic performance monitoring on job stress and the role of fairness perceptions*. *Cognition, Technology & Work*, 22(4), 667-677. <https://doi.org/10.1007/s10111-020-00656-7>
- Figueiredo, Elisabeth, Clara Margaça, Brizeida Hernández-Sánchez, e José Carlos Sánchez-García. 2024. "Teleworking Effects on Mental Health - A Systematic Review and a Research Agenda". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 21 (3): 243. <https://doi.org/10.3390/ijerph21030243>.
- Flor, Omar. 2023. "ExoskeletonsH&SV2". *Mendeley Data* V1. <https://doi.org/10.17632/bktzm7k664.1>.
- Flor-Unda, Omar, Bregith Casa, Mauricio Fuentes, Santiago Solorzano, Fabián Narvaez-Espinoza, e Patricia Acosta-Vargas. 2023. "Exoskeletons: Contribution to Occupational Health and Safety". *Bioengineering* 10 (9): 1039. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10091039>.
- FMI. 2024a. "AI Will Transform the Global Economy. Let's Make Sure It Benefits Humanity". <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity> (FMI, 2024).
- Forbes. 2023. "Applications of Artificial Intelligence Across Various Industries". <https://www.forbes.com/sites/qai/2023/01/06/applications-of-artificial-intelligence/> (Forbes, 2023).
- Friemert, Daniel, Mirko Kaufmann, Ulrich Hartmann, e Rolf Ellegast. 2019. "First Impressions and Acceptance of Order Pickers Towards Using Data Glasses at a Simulated Workstation". Em *Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Human Body and Motion*, editado por Vincent G. Duffy, 251-65. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22216-1_19.
- GAO. 2024. "Science & Tech Spotlight: Wearable Technologies in the Workplace" <https://www.gao.gov/products/gao-24-107303> (GAO, 2024).
- Gascón, V. (2025, Jan 16). *Utilizan IA para la inspección en el trabajo. Agencia Reforma / El Diario de Chihuahua*.
- Goldman Sachs. 2024. "AI Is Poised to Drive 160% Increase in Data Center Power Demand". <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand> (Goldman Sachs, 2024).
- Gonzalez Vazquez, Ignacio, Maurizio Curtarelli, Ioannis Anyfantis, Emmanuelle Brun, e Annick Starren. 2024. "Digitalisation and Workers Wellbeing: The Impact of Digital Technologies on Work-Related Psychosocial Risks". Comissão Europeia. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC138992>.
- Google Cloud. n.d. "Big Data Defined: Examples and Benefits". <https://cloud.google.com/learn/what-is-big-data>. Google Cloud. Acedido em 21 de fevereiro de 2025.
- GPAI. 2024. *Fairwork Amazon Report 2024. Transformation of the Warehouse Sector through AI*. <https://fair.work/en/fw/blog/new-report-reveals-how-ai-and-robotics-are-changing-the-experiences-and-conditions-of-amazon-warehouse-workers/> (GPAI, 2024).
- Graham, Mark, Isis Hjorth, and Vili Lehdonvirta. 2017. "Digital Labour and Development: Impacts of Global Digital Labour Platforms and the Gig Economy on Worker Livelihoods". Retirado de: *European Review of Labour and Research* 23 (2): 135-62. <https://doi.org/10.1177/1024258916687250>.
- Grupo de Alto Nível em Inteligência Artificial. 2019. *A Definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines*. Comissão Europeia. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56341.
- Guizzo, Eric. 2023. "Types of Robots". *ROBOTS: Your Guide to the World of Robotics*. <https://robotsguide.com/learn/types-of-robots>. Atualizado em 23 de maio 2023.
- Haddadin, Simon, Dirk Wilhelm, Daniel Wahrmann, Fabio Tenebruso, Hamid Sadeghian, Abdeldjalil Naceri, e Sami Haddadin. 2024. "Autonomous Swab Robot for Naso- and Oropharyngeal COVID-19 Screening". *Scientific Reports* 14 (janeiro):142. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50291-1>.
- Hislop, Jaime, Oren Tirosh, Mats Isaksson, John McCormick, and Chrys Hensman. 2024. "Perceived Comfort and Tool Usability during Robot-Assisted and Traditional Laparoscopic Surgery: A Survey Study". *Journal of Robotic Surgery* 18: 15. <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01785-7>.
- Hoey, Iain. 2024. "FLAIM Systems highlights immersive learning technology to boost recruitment in fire departments". *International Fire & Safety Journal*. <https://internationalfireandsafetyjournal.com/australian-fire-departments-adopt-immersive-learning-to-address-recruitment-challenges/>.
- Howard, John, Vladimir V. Murashov, Brian D. Lowe, e Ming-Lun Lu. 2020. "Industrial Exoskeletons: Need for Intervention Effectiveness Research". *American Journal of Industrial Medicine* 63 (3): 201-8. <https://doi.org/10.1002/ajim.23080>.
- Hoy, Ryan F., Mohamed F. Jebbay, Catherine Cavalin, Weihong Chen, Robert A. Cohen, Elizabeth Fireman, Leonard H. T. Go, Antonio León-Jiménez, Alfredo Menéndez-Navarro, Marcos Ribeiro, e Paul-André Rosental. 2022. "Current Global Perspectives on Silicosis -Convergence of Old and Newly Emergent Hazards". *Respirology (Carlton, Vic.)* 27 (6): 387. <https://doi.org/10.1111/resp.14242>.
- HSE Network. 2020. "The Potential Applications e Benefits of Drones in Health and Safety". <https://www.hse-network.com/the-potential-applications-and-benefits-of-drones-in-health-and-safety/> (HSE Network, 2020).
- Huang, Chao, Chunlei Wang, Tayyaba Rani, e Syed Aziz Ur Rehman. 2024. "Digitalization's Role in Shaping Climate Change, Renewable Energy, and Technological Innovation for Achieving Sustainable Development in Top Asian Countries". *Energy & Environment (Junho)* 0958305X241258799. <https://doi.org/10.1177/0958305X241258799>.
- Hughes, Claretha, Lionel + "Jr" Robert, Kristin Frady, and Adam Arroyos. 2019. "Artificial Intelligence, Employee Engagement, Fairness, and Job Outcomes". Em *Managing Technology and Middle- and Low-skilled Employees (The Changing Context of Managing People)*. Emerald Publishing Limited, pp. 61-68.. <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/150204>.
- IFR. n.d. "Standardization". IFR International Federation of Robotics. <https://ifr.org/standardisation>. Acedido em 14 de fevereiro de 2025.
- IKAB. 2022. "New Technology Makes LKAB's Mines in Sweden Even Safer". <https://lkab.com/en/press/new-technology-makes-lkabs-mines-safer/> (LKAB, 2022).

- Indradewa, Rhian, and Agustinus Ayung Prasetyo. 2023. "The Influence of Flexible Working Arrangements and Work-Life Balance on Job Satisfaction: A Double-Layered Moderated Mediation Model." *Jurnal Ekonomi dan Bisnis* 26 (2): 449–476. <https://doi.org/10.24914/jeb.v26i2.9551>.
- Internet Society. 2015. *The Internet of Things: An Overview. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*. <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf> (Internet Society, 2015).
- IOE. 2023. *Mental Health and Wellbeing at Work*. <https://www.ioe-emp.org/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=159737&token=34fcaeda5444b552b88158aba47b798b511dcd8d> (IOE, 2023).
- ———. 2024. *The Impact of AI on Work and Employment (an IOE Policy Review)*. <https://industrialrelationsnews.ioe-emp.org/industrial-relations-and-labour-law-august-2024/news/article/the-impact-of-ai-on-work-and-employment-an-ioe-policy-review> (IOE, 2024).
- IOSH. 2023. "Everyone's Talking about Exoskeletons – but Do They Live up to Their Hype?" <https://iosh.com/news-and-opinion/exoskeletons-in-the-workplace> (IOSH, 2023).
- Ishwarappa, and J. Anuradha. 2015. "A Brief Introduction on Big Data 5Vs Characteristics and Hadoop Technology". *Procedia Computer Science* 48: 319–24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.188>.
- Jarrahi, Mohammad Hossein, Mareike Möhlmann, e Min Kyung Lee. 2023. "Algorithmic Management: The Role of AI in Managing Workforces". *MIT Sloan Management Review*, Abril. <https://sloanreview.mit.edu/article/algorithmic-management-the-role-of-ai-in-managing-workforces/>.
- Javed, Nashra, Tasneem Ahmed, Mohammad Faisal, e Halima Sadia. 2023. *Workplace Cyberbullying in the Remote-Work Era: A New Dimension of Cyberology*. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/371927675_Workplace_Cyberbullying_in_the_Remote-Work_Era_A_New_Dimension_of_Cyberology.
- Jensen, Beth. 2024. "Exploring the Complex Ethical Challenges of Data Annotation". <https://hai.stanford.edu/news/exploring-complex-ethical-challenges-data-annotation>. 10 de julho de 2024.
- Jose, Carla. 2023. "How Could AI Robots Free Up Teachers' Time in Education? 6 Possibilities". *Robotlab Blog*. (blog) 30 de junho de 2023. <https://www.robotlab.com/blog/how-could-ai-robots-free-up-teachers-time-in-education-6-possibilities>.
- Judge, Ladan. 2023. "What Is Forced Labor in the Technology Industry Supply Chain?" <https://www.z2data.com/insights/what-is-forced-labor-in-the-technology-industry-supply-chain> (Z2Data, 2023).
- Kanellakis, Christoforos, e George Nikolakopoulos. 2017. "Survey on Computer Vision for UAVs: Current Developments and Trends". *Journal of Intelligent & Robotic Systems* 87: 141–68. <https://doi.org/10.1007/s10846-017-0483-z>.
- Kantor J., Sundaram A., Aufrichtig A., Taylor R. 2022. "Workplace Productivity: Are You Being Tracked." *The New York Times*.
- Katwala, Amit. 2017. "Making Factories Safer with VR, Smart Clothes and Robots". 2017. <https://www.imeche.org/news/news-article/making-factories-safer-with-vr-smart-clothes-and-robots>.
- Kelan, Elisabeth K. 2024. "Algorithmic Inclusion: Shaping the Predictive Algorithms of Artificial Intelligence in Hiring". *Human Resource Management Journal* 34 (3): 694–707. <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12511>.
- Ken Institute. 2024. "Safety Risks and Accident Causes with Workplace Robots". *Health and Safety*. <https://keninstitute.com/safety-risks-and-accident-causes-with-workplace-robots/>
- Kirpestein, Frans, Laszlo Bax, David Chadima, Noa van Breevoort, e Harry Dobbs. n.d. EXOSKELETONS. Future Exoskeleton Technology Application by 2030. https://northsearegion.eu/media/24407/exskallerate_foresight-1.pdf (Interreg North Sea Region Exskallerate European Union Development Fund).
- Korfmacher, S. (2019). *The relevance of cybersecurity for functional safety and HCI*. In V. Duffy (Ed.), *Digital human modeling and applications in health, safety, ergonomics and risk management human body and motion HCII 2019 lecture notes in computer science*. 11581. Springer.
- Kourtesis, P., S. Collina, L. A. A. Doulas, and S. E. MacPherson. 2019. "Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology." *Frontiers in Human Neuroscience* 13: 417. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00417>. Kronos. 2018. "Employee Scheduling".
- Kuster, Christian J, Maxie Kohler, Sarah Hovinga, Christian Timmermann, Georg Hamacher, Kathrin Buerling, Lirong Chen, Nicola J. Hewitt, e Thomas Anft. 2023. "Pesticide Exposure of Operators from Drone Application: A Field Study with Comparative Analysis to Handheld Data from Exposure Models". *ACS Agricultural Science & Technology* 3 (12): 1125–30. <https://doi.org/10.1021/acscagritech.3c00253>.
- Landrigan, Philip, Stephan Bose-O'Reilly, Johanna Elbel, Gunnar Nordberg, Roberto Lucchini, Casey Bartrem, Philippe Grandjean, Donna Mergler, Dingani Moyo, Benoit Nemery, Margrit von Braun, e Dennis Nowak em representação do Collegium Ramazzini. 2022. "Reducing Disease and Death from Artisanal and Small-Scale Mining (ASM) - the Urgent Need for Responsible Mining in the Context of Growing Global Demand for Minerals and Metals for Climate Change Mitigation". *Environmental Health* 21 (1): 78. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00877-5>.
- Lasfargue, Y., and S. Fauconnier. 2015. "Enquête 2015 Sur Les Impacts Du Télétravail" [2015 Survey on the Impacts of Telework]. https://data.over-blog-kiwi.com/1/91/16/72/20160203/ob_b739ff_2015-05-25-synthese-enquete-tltravail-ob.pdf. Obergo. Acedido em 13 Fevereiro de 2025.
- Li, Lan, Tina Lassiter, Joohee Oh, e Min Kyung Lee. 2021. "Algorithmic Hiring in Practice: Recruiter and HR Professional's Perspectives on AI Use in Hiring". Em *AIES '21 Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3461702.3462531>.
- Licardo, Josip Tomo, Mihael Domjan, and Tihomir Orehovački. 2024. "Intelligent Robotics - A Systematic Review of Emerging Technologies and Trends". *Electronics* 13 (3): 542. <https://doi.org/10.3390/electronics13030542>.
- Marklin, Richard W. Jr., Ashley M. Toll, Eric H. Bauman, John J. Simmins, John F. LaDisa Jr, e Robert Cooper. 2022. "Do Head-Mounted Augmented Reality Devices Affect Muscle Activity and Eye Strain of Utility Workers Who Do Procedural Work? Studies of Operators and Manhole Workers". *Human Factors* 64 (2): 305–23. <https://doi.org/10.1177/0018720820943710>.
- Mateescu, Alexandra, e Aihua Nguyen. 2019. "Algorithmic Management in the Workplace". *Data & Society*. https://datasociety.net/wp-content/uploads/2019/02/DS_Algorithmic_Management_Explainer.pdf.
- Mehta I, Hsueh HY, Taghipour S, Li W, Saeedi S. *UV Disinfection Robots: A Review*. *Rob Auton Syst*. 2023 março;161:104332. doi: 10.1016/j.robot.2022.104332.
- McAllister, Megan J., Patrick A. Costigan, Joshua P. Davies, e Tara L. Diesbourg. 2022. "The Effect of Training and Workstation Adjustability on Teleworker Discomfort during the COVID-19 Pandemic". *Applied Ergonomics* 102 (July):103749. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103749>.

- McKendrick, Joe. 2019. "Automation And AI Actually Relieve Workplace Stress, And Customers Will Notice". <https://www.forbes.com/sites/joemckendrick/2019/07/29/automation-and-ai-actually-relieve-workplace-stress-and-customers-will-notice/> (Forbes, 2019).
- Mikołajczyk, Tadeusz, Dariusz Mikołajewski, Adam Kłodowski, Andrzej Łukaszewicz, Emilia Mikołajewska, Tomasz Paczkowski, Marek Macko, e Marika Skornia. 2023. "Energy Sources of Mobile Robot Power Systems: A Systematic Review and Comparison of Efficiency". *Applied Sciences* 13 (13): 7547. <https://doi.org/10.3390/app13137547>.
- Milanez, A., A. Lemmens, and C. Ruggiu. 2025. *Algorithmic Management in the Workplace: New Evidence from an OECD Employer Survey. OECD Artificial Intelligence Papers*, N.º 31. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/287c13c4-en>.
- Moore, Phoebe V. 2018. *The Quantified Self in Precarity: Work, Technology and What Counts*. Routledge & CRC Press. 2018. <https://www.routledge.com/The-Quantified-Self-in-Precarity-Work-Technology-and-What-Counts/Moore/p/book/9780367872908>.
- Moncada, N. (2024, Dec 4). *La STPS implementa Inteligencia Artificial para inspecciones laborales más eficientes*. Metro Noticias.
- Muldoon, James, Mark Graham, e Callum Cant. 2024. *Feeding the Machine. The Hidden Human Labour Powering AI*. Bloomsbury Publishing.
- Murray, Rachel. 2024. "Potential Benefits and Barriers of AI in the Workforce". She+ Geeks Out (blog). 7 de maio de 2024. <https://www.shegeekout.com/articles/potential-benefits-and-barriers-of-ai-in-the-workforce/>.
- O'Brien, Stuart. 2023. "The Potential Impacts of AI on Workplace Health and Safety". *Occupational Safety and Health Forum* (blog). 20 junho de 2023. <https://oshforum.co.uk/briefing/the-potential-impacts-of-ai-on-workplace-health-and-safety/>.
- O'Connor, Siobhan. 2021. "Exoskeletons in Nursing and Healthcare: A Bionic Future". *Clinical Nursing Research* 30 (8): 1123–26. <https://doi.org/10.1177/10547738211038365>.
- OCDE. n.d. "Digitalisation and the Environment". OCDE. Acedido em 21 de fevereiro de 2025. <https://www.oecd.org/en/topics/digitalisation-and-the-environment.html>.
- Oh, Heeseok, and Wookho Son. 2022. "Cybersickness and Its Severity Arising from Virtual Reality Content: A Comprehensive Study". *Sensors* 22 (4): 1314. <https://doi.org/10.3390/s22041314>.
- OIT. 2018. OIT. 2018. Organização Internacional do Trabalho (OIT). Working Time and the Future of Work. ILO Future of Work Research Paper Series. Genebra: Organização Internacional do Trabalho. (Organização Internacional do Trabalho, 2018).
- ———. 2019. Segurança e Saúde no Trabalho no Centro do Futuro do Trabalho. Tirando partido de 100 anos de experiência. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@europe/@ro-geneva/@ilo-lisbon/documents/publication/wcms_690142.pdf (Organização Internacional do Trabalho, 2019).
- ———. 2021a. *Digital Platforms and the World of Work in G20 Countries: Status and Policy Action. Paper Prepared for the Employment Working Group under Italian G20 Presidency (2021)*. <https://www.ilo.org/publications/digital-platforms-and-world-work-g20-countries-status-and-policy-action> (Organização Internacional do Trabalho, 2021).
- ———. 2021b. *Exposure to Hazardous Chemicals at Work and Resulting Health Impacts: A Global Review*. <https://www.ilo.org/publications/exposure-hazardous-chemicals-work-and-resulting-health-impacts-global> (Organização Internacional do Trabalho, 2021).
- ———. 2021c. *Teleworking Arrangements during the COVID-19 Crisis and Beyond*. <https://www.ilo.org/publications/teleworking-arrangements-during-covid-19-crisis-and-beyond> (Organização Internacional do Trabalho, 2021).
- ———. 2021d. *Working from Home. From Invisibility to Decent Work*. <https://www.ilo.org/publications/major-publications/working-home-invisibility-decent-work> (Organização Internacional do Trabalho, 2021).
- ———. 2021e. Perspetivas Sociais e de Emprego no Mundo 2021: O papel das plataformas digitais na transformação do mundo do trabalho. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@europe/@ro-geneva/@ilo-lisbon/documents/publication/wcms_830697.pdf (Organização Internacional do Trabalho 2021).
- ———. 2022. *The Algorithmic Management of Work and Its Implications in Different Contexts*. <https://www.ilo.org/publications/algorithmic-management-work-and-its-implications-different-contexts> (Organização Internacional do Trabalho, 2022).
- ———. 2023. *Generative AI and Jobs: A Global Analysis of Potential Effects on Job Quantity and Quality*. <https://www.ilo.org/publications/generative-ai-and-jobs-global-analysis-potential-effects-job-quantity-and> (Organização Internacional do Trabalho, 2023).
- ———. 2024a. *Social Dialogue Report 2024: Peak-Level Social Dialogue for Economic Development and Social Progress*. <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/social-dialogue-report-2024-peak-level-social-dialogue-economic-development> (Organização Internacional do Trabalho 2024).
- ———. 2024b. *Heat at Work: Implications for Safety and Health*. https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILO_OSH_Heatstress-R16.pdf (Organização Internacional do Trabalho, 2024).
- ———. 2024c. Realizar o trabalho digno na economia das plataformas. <https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-02/Realizar-trabalho-digno-economia-plataformas-2024-PT.pdf>. (Organização Internacional do Trabalho, 2024).
- OIT/Eurofound. 2017. *Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work*. <https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/2017/working-anytime-anywhere-effects-world-work> (Organização Internacional do Trabalho e Eurofound, 2017).
- OIT/Comissão Europeia. 2024. *Algorithmic Management Practices in Regular Workplaces: Case Studies in Logistics and Healthcare*. <https://www.ilo.org/publications/algorithmic-management-practices-regular-workplaces-case-studies-logistics> (Organização Internacional do Trabalho e Comissão Europeia, 2024).
- OIT/OMS. 2021. *Healthy and Safe Telework. Technical Brief*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240040977> (Organização Internacional do Trabalho e Organização Mundial de Saúde, 2021).
- OMS. 2024. "WHO Launches an Innovative Virtual Reality Training Tool on Ship Sanitation Inspection". <https://www.who.int/europe/news/item/03-01-2024-who-launches-an-innovative-virtual-reality-training-tool-on-ship-sanitation-inspection> (Organização Mundial de Saúde, 2024).
- ONU/OIT. 2024. *Mind the AI Divide. Shaping a Global Perspective on the Future of Work*. <https://www.ilo.org/publications/major-publications/mind-ai-divide-shaping-global-perspective-future-work> (Organização das Nações Unidas e Organização Internacional do Trabalho, 2024).
- Owen-Hill, Alex. 2022. "Five Highly Dangerous Jobs That Robots Can Do Safely". Em *Smart Manufacturing*, 415–18. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119846642.other8>.
- Ozkan, Erdal. 2024. "Drones for Spraying Pesticides—Opportunities and Challenges". <https://ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-540>.
- Parajuly, Keshav, Ruediger Kuehr, Abhishek Kumar Awasthi, Colin Fitzpatrick, Josh Lepawsky, Elisabeth Smith, Rolf Widmer, e Xianlai Zeng. 2019. *Future E-Waste Scenarios*. StEP (Bona), UNU ViE-SCYCLE (Bona) & UNEP IETC (Osaka). https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7440/FUTURE_E-WASTE_SCENARIOS_UNU_190829_low_screen.pdf.

- Park, Hanjun, Sunwook Kim, Maury A. Nussbaum, e Divya Srinivasan. 2022. "Effects of Using a Whole-Body Powered Exoskeleton during Simulated Occupational Load-Handling Tasks: A Pilot Study". *Applied Ergonomics* 98 (janeiro):103589. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103589>.
- Parker, Kim. 2023. "About a Third of U.S. Workers Who Can Work from Home Now Do so All the Time". *Pew Research Center* (blog). 30 de março de 2023. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/03/30/about-a-third-of-us-workers-who-can-work-from-home-do-so-all-the-time/>.
- Patel, Ela, Shady Saikali, Anya Mascarenhas, Marcio Covas Moschovas, e Vipul Patel. 2023. "Muscle Fatigue and Physical Discomfort Reported by Surgeons Performing Robotic-Assisted Surgery: A Multinational Survey". *Journal of Robotic Surgery* 17: 2009–18. <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01608-9>.
- Persson, Marcus, David Redmalm, e Clara Iversen. 2021. "Caregivers' Use of Robots and Their Effect on Work Environment – a Scoping Review". *Journal of Technology in Human Services* 40 (3): 251–77. <https://doi.org/10.1080/15228835.2021.2000554>.
- Petersen, Búi K, James Chowhan, Gordon B Cooke, Ray Gosine, e Peter J Warrian. 2023. "Automation and the Future of Work: An Intersectional Study of the Role of Human Capital, Income, Gender and Visible Minority Status". *Economic and Industrial Democracy* 44 (3): 703–27. <https://doi.org/10.1177/0143831X221088301>.
- Piasna, Agnieszka. 2024. "Digitalisation and Job Quality—the Evidence". <https://www.socialeurope.eu/digitalisation-and-job-quality-the-evidence> (Europa Social, 28 de fevereiro de 2024).
- Pillenger, Jane. 2023. "It's Not Part of the Job. The Role of Social Partners in Preventing Third-Party Violence and Harassment at Work". <https://www.epsu.org/article/its-not-part-job> (EPSU, 15 de setembro de 2023).
- PWC. 2020. "PwC's Study into the Effectiveness of VR for Soft Skills Training". <https://www.pwc.co.uk/issues/technology/immersive-technologies/study-into-vr-training-effectiveness.html> (PwC, 2020).
- Rafique, Sajid, Shaikh Masud Rana, Niclas Bjorsell, e Magnus Isaksson. 2024. "Evaluating the Advantages of Passive Exoskeletons and Recommendations for Design Improvements". *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering* 11 (março). <https://doi.org/10.1177/20556683241239875>.
- Ragno, Luca, Alberto Borboni, Federica Vannetti, Cinzia Amici, and Nicoletta Cusano. 2023. "Application of Social Robots in Healthcare: Review on Characteristics, Requirements, Technical Solutions". *Sensors* 23 (15): 6820. <https://doi.org/10.3390/s23156820>.
- Rani, Uma, Morgan, Williams, and Nora Gobel. Forthcoming. *The Human Cogs in the AI Machine: Experiences of Data Annotation and Content Moderation Workers in the BPO Sector in India and Kenya*. Documento de trabalho da OIT.
- Rani, Uma, e Rishabh Kumar Dhir. 2024. "AI-Enabled Business Model and Human-in-the-Loop (Deceptive AI): Implications for Labor." In *Handbook of Artificial Intelligence at Work*, edited by Martha Garcia-Murillo, Ian MacInnes, and Andrea Renda, 47–75. Cheltenham, Reino Unido; Northampton, MA: *Edward Elgar Publishing*. <https://doi.org/10.4337/9781800889972.00011>.
- Rawat, R., e R. Yadav. 2021. "Big Data: Big Data Analysis, Issues and Challenges and Technologies". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1022: 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1022/1/012014>.
- Rebelo, Glória, António Almeida, e João Pedra. 2024. "Telework and Work Intensity: Insights from an Exploratory Study in Portugal during the COVID-19 Pandemic". *Administrative Sciences* 14 (1): 14. <https://doi.org/10.3390/admsci14010014>.
- Richarz, Hans-Udo, Arturo Tamayo, Jan Rahmig, Timo Siepmann, e Jessica Barlinn. 2023. "The Impact of Mechanical Devices for Lifting and Transferring of Patients on Low Back Pain and Musculoskeletal Injuries in Health Care Personnel - A Systematic Review and Meta-analysis". *Journal of Occupational Health* 65 (1): e12423. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12423>.
- Robots.com. 2017. "Industrial Robots Can Prevent Exposure to Chemicals And...". <https://www.robots.com/articles/industrial-robots-can-prevent-exposure-to-chemicals-and-health-problems-of-workers> (Robots.com, 2017).
- Robotnik. 2022. "What is advanced robotics? Retrieved from Robotnik". <https://robotnik.eu/what-is-advanced-robotics-advanced-industrial-robotics/>
- Rohwer, Elisabeth, Joelle-Cathrin Flöther, Volker Harth, e Stefanie Mache. 2022. "Overcoming the 'Dark Side' of Technology - A Scoping Review on Preventing and Coping with Work-Related Technostress". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (6): 3625. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063625>.
- run.ai. n.d. "What Is a Machine Learning Engineer? The Ultimate Guide". <https://www.run.ai/guides/machine-learning-engineering>. Acedido em 21 de fevereiro de 2025.
- Saad, Lydia. 2023. "More U.S. Workers Fear Technology Making Their Jobs Obsolete". <https://news.gallup.com/poll/510551/workers-fear-technology-making-jobs-obsolete.aspx> (Gallup.Com, 11 de setembro de 2023).
- Sabino, Inês, Maria do Carmo Fernandes, Cátia Cepeda, Cláudia Quaresma, Hugo Gamboa, Isabel L. Nunes, e Ana Teresa Gabriel. 2024. "Application of Wearable Technology for the Ergonomic Risk Assessment of Healthcare Professionals: A Systematic Literature Review". *International Journal of Industrial Ergonomics* 100 (março):103570. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103570>.
- Safetytech Accelerator. 2024. *Delivering Safety Innovation. Advancing Occupational Safety and Health through Emerging Technologies*. <https://safetytechaccelerator.org/downloads/report-delivering-safety-innovation/> (Safetytech Accelerator, 2024).
- Samek Lodovici, Manuela, Elena Ferrari, Emma Paladino, Flavia Pesce, Pietro Frecassetti, Eliat Aram, e Kari Hadjivassiliou. 2021. *The Impact of Teleworking and Digital Work on Workers and Society*. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU\(2021\)662904](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU(2021)662904) (Parlamento Europeu, 2021).
- Sánchez-Medina, Agustín J., Inmaculada Galván-Sánchez, e Margarita Fernández-Monroy. 2020. "Applying Artificial Intelligence to Explore Sexual Cyberbullying Behaviour". *Heliyon* 6 (1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03218>.
- Seoul Metropolitan Government. 2021. *Seoul Adopts AI & IoT Safety Management to Prevent Construction and Building Accidents*. September 24, 2021. https://english.seoul.go.kr/seoul-adopts-ai-iot-safety-management-to-prevent-construction-and-building-accidents/?utm_source=chatgpt.com.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2024). *Programa de Inspección 2024*. Secretaría del Trabajo, Gobierno de México.
- Selenko, Eva, Sarah Bankins, Mindy Shoss, Joel Warburton, and Simon Lloyd D. Restubog. 2022. "Artificial Intelligence and the Future of Work: A Functional-Identity Perspective". *Current Directions in Psychological Science* 31 (3): p. 272–79. <https://doi.org/10.1177/09637214221091823>.
- Shirmohammadi, Melika, Wee Chan Au, and Mina Beigi. 2022. "Remote Work and Work-Life Balance: Lessons Learned from the Covid-19 Pandemic and Suggestions for HRD Practitioners". *Human Resource Development International* 25 (2): 163–81. <https://doi.org/10.1080/13678868.2022.2047380>.
- Smart, Andrew, Sonja Schmer-Galunder, Mark Diaz, Ding Wang, Erin van Liermt, Atoosa Kasirzadeh, and Ellis Monk. 2024. "Discipline and Label: A WEIRD Genealogy and Social Theory of Data Annotation". 16 de julho 2024. <https://arxiv.org/pdf/2402.06811>.

- Smids, Jilles, Sven Nyholm, and Hannah Berkers. 2020. "Robots in the Workplace: A Threat to - or Opportunity for - Meaningful Work?" *Philosophy & Technology* 33: 503–22. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00377-4>.
- Smith, Alex Nelson. 2019. "Finite Element Analysis of Traumatic Brain Injury Due to Small Unmanned Aircraft System Impacts on the Human Head". *Theses and Dissertations*, 2286. <https://scholarsjunction.msstate.edu/td/2286>.
- Soori, Mohsen, Behrooz Arezoo, and Roza Dastres. 2023. "Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning in Advanced Robotics, a Review". *Cognitive Robotics* 3: 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>.
- Souchet, Alexis D., Domitile Lourdeaux, Alain Pagani, e Lisa Rebenitsch. 2023. "A Narrative Review of Immersive Virtual Reality's Ergonomics and Risks at the Workplace: Cybersickness, Visual Fatigue, Muscular Fatigue, Acute Stress, and Mental Overload". *Virtual Reality* 27: 19–50. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00672-0>.
- Srinivasan, Babji, Mohd Umair Iqbal, Mohammed Aatif Shahab, e Rajagopalan Srinivasan. 2022. "Review of Virtual Reality (VR) Applications To Enhance Chemical Safety: From Students to Plant Operators". *ACS Chemical Health & Safety* 29 (3): 246–62. <https://doi.org/10.1021/acs.chas.2c00006>.
- Stanney, Kay, Ben D. Lawson, Bas Rokers, Mark Dennison, Cali Fidopiastis, Thomas Stoffregen, Séamas Weech, e Jacqueline M. Fulvio. 2020. "Identifying Causes of and Solutions for Cybersickness in Immersive Technology: Reformulation of a Research and Development Agenda". *International Journal of Human-Computer Interaction* 36 (19): 1783–1803. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1828535>.
- Star Knowledge. 2022. "Advantages and Disadvantages of Wearable Technology". (blog) 12 julho de 2022. <https://star-knowledge.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-wearable-technology-in-the-workplace/>.
- Stefan, Hans, Michael Mortimer, and Ben Horan. 2023. "Evaluating the Effectiveness of Virtual Reality for Safety-Relevant Training: A Systematic Review". *Virtual Reality* 27 (4): 2839–69. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00843-7>.
- Steidelmüller, Corinna, Sophie-Charlotte Meyer, and Grit Müller. 2020. "Home-Based Telework and Presenteeism Across Europe". *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 62 (12): 998–1005. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001992>.
- Stoltz, Marie-Hélène, Vaggelis Giannikas, Duncan McFarlane, James Strachan, Jumyung Um, and Rengarajan Srinivasan. 2017. "Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers". *IFAC-PapersOnLine* 50 (1): 12979–84. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1807>.
- Su, Hao, Antonio Di Lallo, Robin R. Murphy, Russell H. Taylor, Brian T. Garibaldi, e Axel Krieger. 2021. "Physical Human-Robot Interaction for Clinical Care in Infectious Environments". *Nature Machine Intelligence* (3): 184–86. <https://doi.org/10.1038/s42256-021-00324-z>.
- Sun, Jianmin, Hongzhou Shen, Syed Ibn-ul-Hassan, Amir Riaz, e Aura Emanuela Domil. 2022. "The Association between Digitalization and Mental Health: The Mediating Role of Wellbeing at Work". *Frontiers in Psychiatry* 13 (agosto): 934357. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.934357>.
- Tamers, Sara L., Jessica Streit, Rene Pana-Cryan, Tapas Ray, Laura Syron, Michael A. Flynn, Dawn Castillo, Gary Roth, Charles Geraci, Rebecca Guerin, Paul Schulte, Scott Henn, Chia-Chia Chang, Sarah Felknor, and John Howard. 2020. "Envisioning the Future of Work to Safeguard the Safety, Health, and Well-Being of the Workforce: A Perspective from the CDC's National Institute for Occupational Safety and Health". *American Journal of Industrial Medicine* 63 (12): 1065–84. <https://doi.org/10.1002/ajim.23183>.
- Tao, Yanqiu, Debbie Steckel, Jiří Jaromír Klemeš, e Fengqi You. 2021. "Trend towards Virtual and Hybrid Conferences May Be an Effective Climate Change Mitigation Strategy". *Nature Communications* 12 (1): 7324. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27251-2>.
- Teal. n.d. "Do Machine Learning Engineers Have a Good Work-Life Balance?" Acedido a 14 de fevereiro de 2025. <https://www.tealhq.com/work-life-balance/machine-learning-engineer>.
- Tegtmeier, Patricia, Corinna Weber, Sabine Sommer, Anita Tisch, e Sascha Wischniewski. 2022. "Criteria and Guidelines for Human-Centered Work Design in a Digitally Transformed World of Work: Findings from a Formal Consensus Process". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (23): 15506. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315506>.
- The Alan Turing Institute. 2024. "AI for Bureaucratic Productivity: Measuring the Potential of AI to Help Automate 143 Million UK Government Transactions". <https://www.turing.ac.uk/news/publications/ai-bureaucratic-productivity-measuring-potential-ai-help-automate-143-million-uk> (The Alan Turing Institute, 2024).
- The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department for Business, Energy & Industry Strategy. 2020. *The Safety of Domestic Virtual Reality Systems. A Literature Review. BEIS Research Paper Number 2020/038. RPN 4527*. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5f763502d3bf77c2bcf9eb9/safety-domestic-vr-systems.pdf>.
- Timbó, Rafael. 2023. "Pros and Cons of Artificial Intelligence". <https://www.revelo.com/blog/pros-and-cons-of-ai> (Revelo, 2023).
- TISK. 2022. "Turkiye's Journey To Zero Accidents". <https://www.tisk.org.tr/project/745/turkiyes-journey-to-zero-incident.html> (TISK, 2022).
- Tucker, Sarah, Soundarya Jonnalagadda, Cheryl Beseler, Aaron Yoder, e Ann Fruhling. 2024. "Exploring Wearable Technology Use and Importance of Health Monitoring in the Hazardous Occupations of First Responders and Professional Drivers". *Journal of Occupational Health* 66 (1): uiad002. <https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad002>.
- UNI Global Union. 2022. "H&M Workers Protected under First Digitalization Agreement with Ver.Di". *UNI Global Union (blog)*. 2022. <https://uniglobalunion.org/news/hm-workers-protected-under-first-digitalization-agreement-with-ver-di/>.
- Vallée, Alexandre. 2024. "Exoskeleton Technology in Nursing Practice: Assessing Effectiveness, Usability, and Impact on Nurses' Quality of Work Life, a Narrative Review". *BMC Nursing* 23 (1): 156. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-01821-3>.
- Vorecol. 2024. "The Role of AI in Enhancing Fatigue and Stress Management Software Solutions". Accessed 12 February 2025. <https://vorecol.com/blogs/blog-the-role-of-ai-in-enhancing-fatigue-and-stress-management-software-solutions-168445>.
- Wang, Pei. 2019. "On Defining Artificial Intelligence". *Journal of Artificial General Intelligence* 10 (2): 1–37. <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>.
- Wee, Ian Jun Yan, Li-Jen Kuo, and James Chi-Yong Ngu. 2020. "A Systematic Review of the True Benefit of Robotic Surgery: Ergonomics". *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* 16 (4): e2113. <https://doi.org/10.1002/rcs.2113>.
- Williams, Abigail. 2019. "Reality Check: How AR Can Improve Efficiency in Logistics." *Automotive Logistics*, April 15, 2019. <https://www.automotivelogistics.media/materials-handling/reality-check-how-ar-can-improve-efficiency-in-logistics/37943.article>.
- Williams, Adrienne. 2022. "The Exploited Labor Behind Artificial Intelligence". <https://www.noemamag.com/the-exploited-labor-behind-artificial-intelligence> (Noema, 2022).
- Wilson Center. 2021. "The DRC Mining Industry: Child Labor and Formalization of Small-Scale Mining". <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/drc-mining-industry-child-labor-and-formalization-small-scale-mining> (Wilson Center, 2021).

- Witkowski et al. 2024. "Public perceptions of artificial intelligence in healthcare: ethical concerns and opportunities for patient-centered care". BMC Medical Ethics. <https://bmcmmedethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12910-024-01066-4>
- Yan, Xiaojing, Yangyang Zhou, Xiaohui Liu, Daibin Yang, and Huizhu Yuan. 2021. "Minimizing Occupational Exposure to Pesticide and Increasing Control Efficacy of Pests by Unmanned Aerial Vehicle Application on Cowpea". Applied Sciences 11 (20): 9579. <https://doi.org/10.3390/app11209579>.
- Yan, Xuzhong, Heng Li, Angus R. Li, and Hong Zhang. 2017. "Wearable IMU-Based Real-Time Motion Warning System for Construction Workers' Musculoskeletal Disorders Prevention". Automation in Construction 74: 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.11.007>
- Yang, Guang-Zhong, Bradley J. Nelson, Robin R. Murphy, Howie Choset, Henrik Christensen, Steven H. Collins, Paolo Dario, Ken Goldberg, Koji Ikuta, Neil Jacobstein, Danica Kragic, Russell H. Taylor, and Marcia McNutt. 2020. "Combating COVID-19—The Role of Robotics in Managing Public Health and Infectious Diseases". Science Robotics 5 (40): eabb5589. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.abb5589>.
- Yorita, Akihiro, Simon Egerton, Carina Chan, and Naoyuki Kubota. 2023. "Chatbots and Robots: A Framework for the Self-Management of Occupational Stress". ROBOMECH Journal 10: 24. <https://doi.org/10.1186/s40648-023-00261-z>.
- Zamanian, Ehsan. 2023. Environmental Sensors; Comprehensive Guide 2024. Neuroject. November 8, 2023. <https://neuroject.com/environmental-sensors/>.
- Zapier. 2021. "Zapier Report: The 2021 State of Business Automation". https://zapier.com/blog/state-of-business-automation-2021/?src_trk=em6693d85424df84.518838661470729023 (Zapier, 2021).
- Zelik, Karl E., Cameron A. Nurse, Mark C. Schall Jr, Richard F. Sesek, Matthew C. Marino, and Sean Gallagher. 2022. "An Ergonomic Assessment Tool for Evaluating the Effect of Back Exoskeletons on Injury Risk". Applied Ergonomics 99 (February):103619. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103619>.
- Zhu, R., Song, R., Wang, Y., Wang, H., and Dong, X. 2021. "Automated Workers' Ergonomic Risk Assessment in Manual Material Handling Using sEMG Wearable Sensors and Machine Learning." ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/355449113>.



**Serviço de Segurança, Saúde e
Ambiente de Trabalho (OSHE)
Departamento de Governação e
Tripartismo (GOVERNANCE)**

Bureau Internacional do Trabalho
Route des Morillons 4
1211 Genebra 22
Suíça

T: +41 (0) 22 799 61 11
E: oshe@ilo.org