



ORIGINAL

Editor

Pedro Pulzatto Peruzzo

Conflito de interesses

As autoras declaram não haver conflito de interesses

Recebido

1 maio 2025

Aprovado

16 out. 2025

REVISTA DE DIREITOS HUMANOS E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Saúde e segurança ocupacional na era digital

Occupational safety and health in the digital era

Drielli Serapião Afonso¹ , Wanise Cabral Silva² 

¹ Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para: D. S. Afonso. E-mail: <drielli@usp.br>.

² Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, Brasil.

Como citar este artigo: Afonso, D. S.; Silva, W. C. Saúde e segurança ocupacional na era digital. *Revista de Direitos Humanos e Desenvolvimento Social*, v. 6, e2515505, 2025. Doi: <https://doi.org/10.24220/2675-9160v6a2025e15505>

Resumo

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) lançou a iniciativa Futuro do Trabalho (FOW) em 2013, enfatizando a importância de facilitar a criação de trabalho decente e melhorar a justiça social globalmente e nas economias contemporâneas. As dinâmicas de organização e controle do trabalho avançaram significativamente com a implementação das tecnologias da informação e de comunicação ao final do século passado, ocupando cada vez mais os espaços sócio-ocupacionais na produção, na distribuição e/ou no consumo. Este avanço tecnológico acaba por inverter as relações, uma vez que a máquina não mais consiste em prolongamento das potencialidades humanas, mas assume uma posição central, onde o homem é que passa a ser usado pela máquina, a serviço do capital. O futuro do trabalho, no contexto da Quarta Revolução Industrial, ou da "Indústria 4.0", vem sofrendo inúmeras mudanças impostas pelo progresso tecnológico. Segundo Schwab (2016), esta "quarta onda" parte de uma ruptura das tecnologias digitais da revolução predecessora que estão se tornando mais sofisticadas e integradas e, por consequência, transformando a sociedade e a economia global. Ela é impulsionada por uma série de tecnologias disruptivas, ou seja, inovadoras e capazes de causar uma transformação brusca nos padrões dos modelos estabelecidos pelo mercado. O processo de acumulação flexível coincide com este desenvolvimento tecnológico, sobretudo da microeletrônica. Esta Revolução se diferencia das anteriores, fundamentalmente pela velocidade das transformações e pelo surgimento de um novo paradigma de Segurança e Saúde Ocupacional (SST). Essa nova tendência industrial inevitavelmente levará a uma organização de trabalho inovadora e a uma maneira diferente de executar tarefas de trabalho, o que pode impactar a saúde e a segurança dos trabalhadores envolvidos. Portanto, o objetivo do presente trabalho é fornecer uma visão geral destas metamorfoses tecnológicas e das questões problemáticas relacionadas à saúde e segurança dos trabalhadores, fornecendo informações sobre o impacto da quarta Revolução Industrial nos locais de trabalho, em termos de efeitos práticos e/ou consequências nos principais aspectos da saúde e segurança ocupacional.

Palavras-chave: Direitos Humanos. Indústria 4.0. Meio Ambiente do Trabalho. Saúde dos Trabalhadores. Tecnologia.

Abstract

The International Labour Organization (ILO) launched the Future of Work (FOW) initiative in 2013, emphasizing the importance of facilitating the creation of decent work and improving social justice globally and in contemporary economies. The dynamics of work organization and



control have advanced significantly with the implementation of information and communication technologies at the end of the last century, increasingly occupying socio-occupational spaces in production, distribution and/or consumption. This technological advance ends up inverting relationships, since the machine is no longer an extension of human potential, but assumes a central position, where man is the one who begins to be used by the machine, in the service of capital. The future of work, in the context of the Fourth Industrial Revolution, or "Industry 4.0", has undergone numerous changes imposed by technological progress. According to Schwab (2016), this "fourth wave" stems from a rupture in the digital technologies of the previous revolution, which are becoming more sophisticated and integrated and, consequently, transforming society and the global economy. It is driven by a series of disruptive technologies, that is, innovative technologies capable of causing a sudden transformation in the patterns of models established by the market. The process of flexible accumulation coincides with this technological development, especially in microelectronics. This Revolution differs from previous ones, fundamentally due to the speed of the transformations and the emergence of a new paradigm of Occupational Health and Safety (OHS). This new industrial trend will inevitably lead to innovative work organization and a different way of performing work tasks, which may impact the health and safety of the workers involved. Therefore, the aim of this paper is to provide an overview of these technological metamorphoses and the problematic issues related to workers' health and safety, providing information on the impact of the fourth Industrial Revolution on the workplace, in terms of practical effects and/or consequences on the main aspects of occupational health and safety.

Keywords: Human Rights. Industry 4.0. Work Environment. Occupational Health. Technology.

A Quarta Revolução Industrial: Uma Revolução Tecnológica

A Revolução Tecnológica e a globalização foram responsáveis por velozes transformações que impactaram diretamente as relações não somente econômicas, mas também as relações humanas, com destaque para as relações de trabalho.

O avanço técnico-científico das forças produtivas do trabalho possibilitou o crescimento da produtividade social na mesma proporção da miséria social. Esse período ficou conhecido como Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra ao final do século XVIII, podendo ser definido como uma transformação radical na sociedade e na economia, em que a paisagem rural e urbana nunca mais foi a mesma: na segunda metade do século XIX toda a paisagem natural inglesa tinha sido alterada pela ação industrial do homem, nada restando de suas florestas originais. A mecanização, a utilização de novas fontes de energia e a transformação dos meios de produção em capital foram aspectos-chave desse processo.

Segundo Marx (1996), as invenções e a crescente procura pelas máquinas desenvolveram, de um lado, a separação da fabricação de máquinas em diversos ramos autônomos; de outro, a criação de máquinas pela divisão do trabalho no interior da manufatura, como o fundamento técnico da grande indústria.

A implementação de ferramentas tecnológicas, o uso de computadores, máquinas e internet nas últimas décadas do século XX, a mencionada "Economia ou Indústria 4.0", o uso de inteligência artificial e a automação total das linhas de produção, foram responsáveis pelo surgimento de novos negócios, novos tipos de empresas, e, por conseguinte, novas categorias profissionais, os "trabalhadores informacionais", "digitais", "informatas", "profissionais de TI", "infoproletários", em vários ramos, os *crowdwork*, termo que se refere às atividades ligadas a tarefas por meio de plataformas on-line, as quais conectam empresas e indivíduos com outras empresas e indivíduos via Internet, possibilitando a aproximação entre consumidores e trabalhadores por todo o mundo (Afonso, 2023).

As principais características da Indústria 4.0 são a digitalização e automação de processos de produção com base na troca automática de dados assegurada pela ampla interconexão de

Tecnologias de Informação e Comunicação, Internet das Coisas e Serviços, Sistemas Ciberfísicos e integração de dados em nuvem.

Entende-se por transformação digital a integração da tecnologia digital em todas as áreas de uma organização, o que implica uma mudança na forma de operar e na forma de agregar valor ao coletivo de profissionais e usuários do sistema. A transformação digital será mais além da mera digitalização dos processos internos das organizações, e isso também implicará desenvolver e oferecer serviços digitais aos usuários, transformando completamente as propostas de valor.

A Quarta Revolução Industrial trará a automação e a digitalização completas da produção aos locais de trabalho, através da adoção de máquinas e equipamentos controlados automaticamente, baseados no conhecimento e equipados com sensores, que melhoram os processos através da auto-otimização e da tomada de decisões autônomas. Neste cenário, as características da organização do trabalho mudarão, e os funcionários serão obrigados a manter uma função-chave no trabalho do conhecimento, incluindo atividades de tomada de decisão descentralizadas e avaliação da qualidade dos processos produtivos.

Isso pode significar que os trabalhadores estarão envolvidos em atividades mais criativas, interessantes e de valor agregado, e terão a oportunidade de enriquecer qualitativamente seu trabalho, deixar tarefas rotineiras e alcançar maior autonomia e autodesenvolvimento. É importante ressaltar que a maior complexidade organizacional envolvida na Indústria 4.0 exigirá condições de trabalho flexíveis que podem oferecer aos funcionários maior compatibilidade entre suas necessidades de trabalho e vidas privadas e também entre o desenvolvimento pessoal e profissional contínuo.

Além disso, o fluxo de informações ao longo da linha de produção pode tornar a gestão industrial mais transparente e organizada, reduzindo, portanto, a pressão hierárquica sobre a força de trabalho.

Indústria 4.0 e sua Relevância para a Segurança e Saúde Ocupacional

A aceleração das inovações tecnológicas no campo da Segurança e Saúde Ocupacional (SST) é impulsionada por uma confluência de fatores. Primeiro, a tecnologia está em toda parte e evoluiu para se tornar uma característica definidora e presença em quase todas as facetas de nossas vidas diárias. A inteligência artificial e os algoritmos cercam e preenchem os indivíduos por todos os lados, impulsionados pelo crescimento exponencial da capacidade e da velocidade de processamento das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), juntamente com a disponibilidade contínua e sem limites espaciais de uma grande quantidade de dados. Segundo, mais empregos e tarefas também estão cada vez mais vulneráveis à automação com a adoção de tecnologia que promete maior eficiência e produtividade a um custo de mão de obra muito menor. Terceiro, a natureza da carreira está mudando à medida que a sociedade se afasta do modelo funcional tradicional de uma carreira única, duradoura e progressiva linear para a normalização da troca intencional de emprego impulsionada pelo oportunismo. Agora há uma mudança geracional e diversificação da força de trabalho com o influxo de trabalhadores mais jovens, nativos digitais e experientes em tecnologia, adeptos de tecnologias digitais, promovendo uma cultura aberta a mudanças e inovações tecnológicas.

A confluência desses fatores resultou em uma aceleração sinérgica e no avanço das inovações tecnológicas que devem ser utilizadas com equilíbrio, sob pena de violarem os direitos fundamentais dos trabalhadores, não podendo ocorrer qualquer tipo de avanço tecnológico às custas da qualidade de vida dos trabalhadores.

A Robótica avançada e a Inteligência Artificial (IA) são definidas como máquinas inteligentes que coletam, analisam dados e tomam decisões. Esses sistemas são predominantes em setores como saúde, educação, suporte ao cliente, marketing e consultoria financeira, incluindo robôs móveis, robôs de montagem e robôs exoesqueletos. A potencial disseminação futura dessas tecnologias destaca a importância de entender os riscos relacionados à SST.

Estamos diante de um fenômeno recente que, sob a ótica organizacional, altera as diretrizes do negócio, e, fatalmente, todos os elementos de produção, criando um “novo indivíduo trabalhador”. De acordo com Pacheco *et al.* (2005), as organizações inserem tecnologia da informação (*hardware*) aos seus meios de produção, e, para tal, alteram substancialmente os métodos de produção (*software*), que, por sua vez, exigem alterações na forma de coordenação interna (*orgware*) e também um novo perfil de seu pessoal (*peopleware*).

Sabe-se que a área tecnológica é responsável por 80% dos postos de trabalho, e apenas 60% da força de trabalho se encaixa nessa realidade, recaindo sobre o trabalhador a obrigação de uma especialização e atualização frenéticas de conhecimento (Ferreira, 2006).

Uma pesquisa realizada pela Oxford Martin School (2016 *apud* Schwab, 2016), em 2010, constatou que até 47% dos empregos nos Estados Unidos são altamente suscetíveis a serem computadorizados por IA e por robôs nos próximos 20 anos.

A Indústria 4.0 pode tornar o trabalho mais seguro e saudável através de análises de risco precoces e contínuas, gestão baseada em tecnologias de segurança inteligentes e engenharia virtual. As Tecnologias de monitoramento, como tecnologia vestível (por exemplo, capacetes e pulseiras com sensores incorporados), têm o potencial de ajudar os funcionários a permanecerem seguros em ambientes de trabalho perigosos, onde podem ser expostos a calor extremo, gases tóxicos, chamas abertas ou elementos e produtos químicos nocivos. Elas tornam possível monitorar continuamente o bem-estar dos funcionários (por exemplo, anomalias repentinas, como um ataque cardíaco, uma queda ou mudanças graduais no nível de estresse) e também a condição de equipamentos, máquinas e instalações.

A Indústria 4.0 se beneficiará da disponibilidade de robôs industriais funcionais para um número crescente de tarefas, incluindo, por exemplo, atividades de pintura, soldagem e montagem que serão aprimoradas pela força, resistência e precisão robóticas. Dessa forma, a produtividade e a qualidade podem ser aumentadas e, ao mesmo tempo, distúrbios musculoesqueléticos, lesões traumáticas ou letais, bem como custos de produtos e serviços podem ser evitados ou reduzidos.

Além disso, no que diz respeito às normas de SST, esses avanços tecnológicos em matéria de robótica podem ajudar na preservação da incolumidade física dos trabalhadores e, conseqüentemente, na busca por um meio ambiente hígido e equilibrado (tutelado na Constituição do Brasil, nos artigos 200, VIII, e 225, caput artigo 225). Como exemplo, tem-se os robôs profissionais que substituem trabalhadores humanos durante operações perigosas em áreas de desastre.

A Indústria 4.0 também se beneficiará da disponibilidade de robôs industriais funcionais para um número crescente de tarefas, incluindo as atividades de pintura, soldagem e montagem que serão aprimoradas pela força, resistência e precisão robóticas. Dessa forma, a produtividade e a qualidade serão potencializadas, ao mesmo tempo, algumas doenças ocupacionais, como distúrbios musculoesqueléticos, lesões traumáticas ou letais podem ser evitadas, além da redução de custos de produtos e serviços.

Em montadoras de automóveis como a Toyota, Fiat e Nissan, o tempo de desenvolvimento de um novo modelo caiu até 50% a partir do momento que designers e engenheiros passaram a usar informações digitalizadas e testes virtuais de peça (Costa; Stefano; 2014).

Os chamados “robôs colaborativos”, numa “relação simbiótica humano-robô”, têm reunido as características da destreza humana, agilidade e habilidades de resolução de problemas com as características vantajosas do robô mecânico, projetado para interagir diretamente com trabalhadores humanos equipados com dispositivos robóticos de melhoria de desempenho, a exemplo dos empregados na fabricação de automóveis e tarefas de isolamento de água de automóveis, tornando os ambientes de trabalho mais ergonômicos e confortáveis.

Também trazem benefícios ergonômicos os “robôs de cuidados pessoais”, que foram desenvolvidos para dar suporte aos trabalhadores na execução de suas tarefas de trabalho, tais quais: levantar e manipular pesos, aumentando potencialmente a força e resistência dos trabalhadores humanos reduzindo a probabilidade de efeitos adversos à saúde e lesões e, ao mesmo tempo, aumentando a produtividade e o bem-estar dos funcionários.

As próteses controladas por interface cérebro-máquina e exoesqueletos robóticos avançados facilitam a análise biométrica e a reabilitação após lesões e podem aliviar a pressão na coluna, resultando em melhor saúde física para os funcionários. Os dois exoesqueletos disponíveis comercialmente da Germanic Bionics, o Cray X e o recém-lançado Apogee, foram projetados para serem usados como uma mochila (Santos, 2023). Eles são movidos por motores elétricos e detectam quando o usuário está se movendo, fornecendo até 30 kg de força extra para suas costas, tronco e pernas, quando e onde você precisar (Murray *et al.*, 2018). Eles fornecem suporte adicional para a parte inferior das costas, a parte do corpo que normalmente recebe mais estresse do levantamento de peso.

As tecnologias de monitoramento, por sua vez, como a tecnologia vestível (capacetes e pulseiras com sensores incorporados), têm o potencial de ajudar os funcionários a permanecerem seguros em ambientes de trabalho perigosos, onde podem ser expostos a calor extremo, gases tóxicos, chamas abertas ou elementos e produtos químicos nocivos. Elas tornam possível monitorar continuamente o bem-estar dos funcionários (por exemplo, anomalias repentinas, como um ataque cardíaco, uma queda ou mudanças graduais no nível de estresse) e também a condição de equipamentos, máquinas e instalações.

O diagnóstico de doenças ocupacionais representa um desafio significativo em ambientes clínicos, principalmente devido aos seus longos períodos de latência, exemplificados por condições como pneumoconiose, silicose, asbestose, câncer de pulmão e doença pulmonar obstrutiva crônica, frequentemente complicando o gerenciamento geral.

Com avanços recentes, algoritmos de IA com funcionalidade de aprendizado profundo (DL) têm se mostrado muito promissores no processamento de imagens pulmonares, causando um impacto significativo no diagnóstico de doenças com base em radiografias simples.

Algoritmos de IA podem analisar imagens pulmonares, como radiografias de tórax (CXR), tomografias computadorizadas (CT) ou ressonâncias magnéticas (MRI), levando à detecção e diagnóstico precisos de várias condições pulmonares para melhor tomada de decisão. Eles podem detectar e classificar anormalidades, identificar nódulos, massas ou padrões indicativos de doenças como mesotelioma, doença pulmonar obstrutiva crônica e silicose.

Os modelos de IA também podem ser muito eficazes na análise de dados de imagem com alta precisão e exatidão. Técnicas avançadas de IA podem auxiliar no aumento de dados, mitigação de ruído de imagem e geração de dados sintéticos, que podem gerar imagens pulmonares sintéticas que se assemelham a dados reais de pacientes. Tais informações podem ser valiosas para o prognóstico de um trabalhador afetado para limitar a exposição de um processo de trabalho perigoso em indústrias expostas à poeira, por exemplo. Com novos recursos, a geração de imagens

desempenha um papel importante e vital na avaliação de doenças pulmonares, com interesse global em algoritmos comerciais de IA desenvolvidos para imagens de tórax e reconhecidos por órgãos reguladores para torná-los comercialmente disponíveis em mais de 20 países.

Na era da IA, a imagem médica adotou a utilização de técnicas de DL. Entre essas técnicas, as redes neurais convolucionais (CNNs) trouxeram uma mudança de paradigma no processamento de imagens médicas. Ferramentas baseadas em inteligência artificial oferecem enormes ganhos potenciais de análise de CXR baseada em algoritmos para países em desenvolvimento, onde pode haver um atraso na disponibilidade de radiologistas especializados.

Investigações avançadas para aplicações de CXR de pneumoconiose usando CNN foram realizadas por uma equipe de pesquisadores, incluindo Devnath, Arzhaeva, Zhang e Xiaohua. A maioria das técnicas de diagnóstico pulmonar normalmente utiliza o modelo CNN pré-treinado do ImageNet. Para a tarefa específica de diagnóstico de pneumoconiose, foram utilizados vários modelos de CNN incluindo LeNet, ALEXNet e GoogLeNet (Inception-v1e v2) (Zheng *et al.*, 2019).

Conclui-se, dessa forma, que as empresas devem aproveitar a oportunidade para surfar na onda tecnológica e investir no aproveitamento de tecnologias disruptivas no campo de SST para alcançar processos, práticas e um local de trabalho mais seguros.

As vantagens de adotar essas novas tecnologias no ambiente de trabalho são bem conhecidas, conforme acima discutido. A IA e a análise de dados também podem ser usadas para melhorar a eficiência das inspeções em matéria de Saúde e Segurança do Trabalho – SST. No entanto, a introdução de tais tecnologias também pode apresentar riscos aos trabalhadores, que podem ser físicos, organizacionais e psicossociais, sendo os riscos psicológicos mais evidentes do que os físicos no local de trabalho devido à sobrecarga mental e à densidade de trabalho induzida por atividades de fabricação inteligente ainda mais flexíveis e dinâmicas.

A título de exemplificação, tem-se a introdução de sistemas robóticos avançados capazes de criar problemas ergonômicos, em caso de inobservância dos parâmetros quando humanos e robôs compartilham o mesmo espaço, o que vem a aumentar o risco de acidentes e colisões.

Riscos Decorrentes da Adoção de Robótica e IA no Ambiente de Trabalho

No contexto laboral contemporâneo, de acordo com Valle (1996) e Souto (2006), o trabalhador utiliza cada vez mais novas ferramentas para conseguir acompanhar e interagir com os diversos estágios de concepção e elaboração de produtos e serviços.

Antes mesmo da Indústria 4.0, robôs já eram utilizados para executar tarefas mecânicas em vários setores de produção. Segundo Marx, se antes o trabalhador individual tinha o domínio e o controle do processo de trabalho, na sociedade capitalista desenvolvida, o trabalhador passa a ser dominado e controlado pelo processo produtivo em sua totalidade socialmente desenvolvida, e o desenvolvimento tecnológico exerce uma determinação fundamental neste processo.

Na Indústria 4.0, a nova denominação para o trabalhador coletivo a partir da arquitetura indivíduo-máquina se chama Distributed Control System (DCS) ou Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD).

Isso comprova que tem havido uma cobrança no desenvolvimento de habilidades nos trabalhadores, os quais, na Indústria 4.0, precisam saber lidar com conceitos, processar e interpretar dados, reconhecer modelos e entender o processo produtivo como um todo, o que é radicalmente

distinto do trabalhador fragmentado e preso ao pensamento mecanicista, que apenas executa seu trabalho.

Estudos conduzidos pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA), revelaram um padrão consistente de riscos psicossociais decorrentes da integração de robótica avançada e IA no ambiente laboral em vários setores.

Um clássico exemplo de risco psicossocial é a chamada “sobrecarga cognitiva”, um risco identificado em setores que vão da manufatura e automotivo à saúde, demonstrando um amplo impacto em diferentes indústrias. A sobrecarga cognitiva está associada principalmente à adoção de tecnologias que automatizam tarefas cognitivas, levando a preocupações sobre o aumento das demandas cognitivas sobre os trabalhadores devido à necessidade de monitorar e interagir com sistemas complexos. A análise do estudo de caso aponta que o risco pode levar ao aumento do estresse, ansiedade e diminuição da satisfação no trabalho, afetando o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores.

As empresas que mencionaram sobrecarga cognitiva também relataram ter implementado medidas de prevenção, como treinamento e envolvimento dos trabalhadores, comunicação e documentação claras e o fornecimento de suporte social. Os programas para trabalhadores podem incluir simulações, sessões práticas e oportunidades de aprendizado contínuo para acompanhar os avanços tecnológicos, para que os trabalhadores sejam capazes de lidar com novas tecnologias e fluxos de trabalho com confiança.

A segurança cibernética e as práticas de qualificação/requalificação, além de originarem uma série de riscos psicossociais, incluindo medo de perda de emprego, aumento da carga de trabalho, falta de confiança, perda de autonomia, perda de privacidade e aumento do isolamento.

A transformação digital na saúde deve girar em torno do objetivo de melhorar a saúde das pessoas, em todas as partes do mundo, acelerando o desenvolvimento e a adoção de soluções de saúde digital adequadas, acessíveis, exequíveis, escaláveis e sustentáveis para prevenir, detectar e responder a epidemias e pandemias, desenvolvendo infraestruturas e aplicações que permitem os países utilizarem dados de saúde para promover a saúde e o bem-estar.

Embora as transformações constantes, rápidas e globalmente disseminadas da Indústria 4.0 possam ser benéficas em termos de infraestruturas digitais avançadas e soluções práticas para suporte em suas tarefas, elas também representam novos riscos de saúde e segurança do trabalho, o que podem impactar muitos aspectos da organização, de forma que se faz necessário adotar uma abordagem de gerenciamento de risco precaucional que deve ser adotada para atingir um desenvolvimento sustentável das inovações da Indústria 4.0.

Existem muitos impactos na saúde mental dos trabalhadores. A facilidade da vigilância e monitoramento digital de SST com feedback em tempo real apoiado por inovações tecnológicas, por exemplo, pode levar ao monitoramento generalizado. Os trabalhadores podem experimentar perda de autonomia e controle sobre seu trabalho, invasão de privacidade pessoal e sentimentos de insegurança no trabalho e deslocamento, pois estão sendo constantemente monitorados por lapsos que podem resultar em penalidades. Esse monitoramento generalizado pode causar aumento de pressão, estresse e ansiedade para os trabalhadores.

Michael (1998) afirma que, com a inserção da tecnologia no ambiente de trabalho, mais pessoas estão propensas ao estresse tecnológico. O chamado “O tecnoestresse” é um estado psicológico negativo relacionado com o uso de TIC ou de ameaça de seu uso futuro. Trabalhadores que são menos experientes em tecnologia podem não ser capazes de lidar com a pressão de

se ajustar constantemente a novas tecnologias, especialmente se processos de treinamento adequados não estiverem em vigor. Trabalhadores que não conseguem utilizar as tecnologias de forma saudável e produtiva podem sofrer de estresse e sobrecarga cognitiva, diretamente relacionados aos efeitos psicossociais negativos do uso de TIC.

Brod (1984) foi pioneiro na abordagem dessa patologia tecnológica, definindo-a como uma enfermidade de adaptação causada pela falta de habilidade para tratar com as novas tecnologias de computadores de maneira saudável. Enquanto Aida, Azlina e Balqis (2007), trazem o seguinte conceito: trata-se de uma doença moderna causada pela inabilidade de lidar com as novas tecnologias relacionadas ao uso de computador de forma saudável.

Neste sentido, uma das opções mais eficazes de prevenção e controle de riscos ocupacionais, lesões, doenças e fatalidades, em tecnologias emergentes, seria “projetar fora” ou minimizar perigos e riscos em suas fases de projeto ou implementação. Isso significa, por exemplo, que as empresas precisam adotar uma abordagem multidisciplinar e colaboração entre engenheiros, cientistas de dados, pesquisadores, profissionais de SST, gerência e trabalhadores para abordar os desafios multifacetados e as necessidades específicas com a integração de inovações tecnológicas nas práticas de SST.

Outras barreiras na implementação de processos de tomada de decisão baseados em tecnologia em SST devem ser abordadas. Por exemplo, em relação a preocupações específicas de aplicações de IA generativas em SST, questões como transparência, qualidade de dados, viés e sua mitigação, privacidade e segurança de dados, supervisão humana, treinamento e educação, alucinações de IA, desinformação, responsabilidade e prestação de contas, bem como ética e conformidade regulatória devem ser consideradas e abordadas.

A automação industrial acaba estabelecendo a aprendizagem ao longo da vida como um pré-requisito para a empregabilidade, o que pode ser um óbice para os trabalhadores mais velhos, que não têm acesso instintivo e natural às ferramentas digitais. No geral, todas essas questões podem desempenhar um papel na mudança da demografia das fábricas da Indústria 4.0, e isso parece ser inaceitável de uma perspectiva ocupacional socialmente inclusiva. Ao mesmo tempo, o uso de ferramentas digitais para monitorar continuamente o comportamento, o desempenho e a produção produtiva dos funcionários pode criar uma atmosfera de incerteza ocupacional, invasão de privacidade e pressão psicológica.

Teletrabalho e Seus Impactos Na Saúde Do Trabalhador

Diante do contexto mundial de flexibilização às relações de trabalho e, principalmente, da pandemia de COVID-19, o teletrabalho cresceu exponencialmente nos últimos anos, tornando-se uma realidade para grande parte dos trabalhadores.

Em 2017, sob a justificativa de “modernizar” a legislação trabalhista, dentre outras alterações, a Reforma Trabalhista inseriu na CLT o Capítulo II-A, composto pelos artigos 75-A, 75-B, 75-C, 75-D e 75-E, e o inciso III no artigo 62, passando a dispor de maneira expressa sobre o teletrabalho, definido-o como a prestação de serviços realizada preponderantemente “[...] fora das dependências do empregador, com a utilização de tecnologias de informação e de comunicação que, por sua natureza, não se constituam como trabalho externo” (Brasil, 1943, art. 75-B).

A comissão europeia define teletrabalho como um método de organizar e realizar o trabalho, onde o tempo de trabalho do empregado que está a distância dos escritórios/sede da empresa

se realiza pelo meio do uso da tecnologia da informação, tecnologia da transmissão de dados, de modo particular com o uso da internet³.

Alguns autores definem o teletrabalho como um fenômeno em movimento, ou seja, toda a evolução tecnológica aprimora-se ainda mais como a intensidade do tempo (Urze; Barroso; Gomes, 2003).

O inciso III do artigo 62 da CLT excluiu um rol de trabalhadores, e, dentre eles, os teletrabalhadores, do regime previsto sobre duração de jornada, o que foi muito questionado, pois os avanços tecnológicos possibilitam a criação de instrumentos e protocolos de controle até mais precisos do que o controle presencial direto, além do fato de existir uma tendência de elástico de jornada quando o trabalho é exercido fora das dependências físicas do empregador.

A previsão legal para o teletrabalho está abarcada pelo artigo 6º da CLT, que afasta as distinções entre o trabalho realizado no estabelecimento do empregador, o executado no domicílio do empregado e o realizado a distância, desde que estejam caracterizados os pressupostos da relação de emprego. O parágrafo único do dispositivo, introduzido em 2011, estabelece que “os meios telemáticos e informatizados de comando, controle e supervisão se equiparam, para fins de subordinação jurídica, aos meios pessoais e diretos de comando, controle e supervisão do trabalho alheio” (Brasil, 1943, art. 6º, parágrafo único).

Para a Organização Internacional do Trabalho, o trabalho remoto ou à distância é uma expressão genérica marcada pela noção de externalidade, isto é, realizado em um local alternativo às dependências do empregador.

A Convenção nº 177 da OIT, não ratificada pelo Brasil, trata do trabalho em domicílio, definindo, em seu artigo 1º, que o trabalho em domicílio é aquele desempenhado em sua casa ou em outros locais que escolha (distintos das dependências do empregador). Diferentemente da OIT que, desde 2020, considera o home office a casa do empregado, a Convenção nº 177 equipara o domicílio a um local de escolha do trabalhador (e não, necessariamente, ao seu efetivo domicílio)⁴.

Segundo o Ministro Agra Belmonte, do Tribunal Superior do Trabalho, embora o trabalho seja realizado remotamente, não há diferenças significativas em relação à proteção ao trabalhador. Os direitos são os mesmos de um trabalhador normal. Ou seja, vai ter direito a carteira assinada, férias, 13º salário e depósitos de FGTS.

Pode-se elencar as desvantagens do teletrabalho da seguinte forma: i) falta de projeto adequado para o posto de trabalho; ii) confusão entre o espaço privado e o espaço profissional; iii) isolamento social; iv) confusão de papel social; v) falta de programas de saúde e segurança no trabalho (Oliveira, 1996, p.38).

No que diz respeito às patologias do teletrabalho, estas estão, principalmente, ligadas à ergonomia e à saúde mental. De acordo com pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), entre as principais queixas dos trabalhadores em teletrabalho estão a intensificação de sentimentos negativos, que contribuem para buscar ajuda relacionada a ansiedade e depressão, estresse financeiro e estresse no trabalho. Outras reclamações incluem, também, reuniões intermináveis, síndrome de burnout, dores crônicas e insônia ou má qualidade do sono.

³ Teletrabalho. EUR-Lex. 17 mai, 2005. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/teleworking.html#:~:text=The%20agreement%20defines%20telework%20as,specific%20agreements%20may%20be%20necessary>. Acesso em 13 jul. 2025.

⁴ Em 2020, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) abordou o “home office” (teletrabalho ou trabalho em domicílio) com base na Convenção nº 177 sobre o Trabalho a Domicílio e na Recomendação nº 184, defendendo uma melhor proteção para esses trabalhadores, mas sem necessariamente redefinir a “casa do empregado” como uma extensão do local de trabalho do empregador para todos os efeitos legais.

Segundo Pedro Afonso (2021), uma das funções fisiológicas duramente afetadas pelo teletrabalho é o sono, isto porque, com a flexibilização dos horários, observa-se uma perda de pistas socioprofissionais (zeitgebers sociais).

O sedentarismo, a diminuição da exposição à luz solar e a utilização excessiva dos dispositivos eletrônicos, principalmente durante o período noturno, podem contribuir para alterações do ritmo circadiano do sono e para uma má qualidade do sono (Afonso, 2021).

Outro estudo de autoria do Laboratório de Interação Humana da Universidade de Stanford apresentou um fenômeno denominado “Fadiga do Zoom”. Trata-se de outra fonte de estresse provocada pelas interações mediadas por ferramentas de comunicação por vídeo, as quais resultam na solidão e no afastamento dos colegas de trabalho.

Dorsalgias e hérnias são outras patologias típicas do teletrabalho. Problemas de coluna, como hérnias de disco, são comuns devido a posturas inadequadas durante longas horas de trabalho em casa, que se agravam quando as condições ergonômicas são inadequadas.

Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) também são patologias do teletrabalho. O uso excessivo de dispositivos tecnológicos sem pausas adequadas pode resultar em lesões musculoesqueléticas.

Problemas Oculares também são muito recorrentes em trabalhadores usuários das tecnologias da informação e comunicação (TIC). A exposição prolongada a telas pode causar fadiga ocular, conhecida como “síndrome da visão do computador”, que inclui sintomas como secura, vermelhidão e desconforto nos olhos. Uma das razões para o surgimento da Síndrome da Visão do Computador é o fato de os olhos piscarem menos vezes quando estamos diante da tela do computador, ocasionando o ressecamento. Ao ficar muito tempo na frente do computador, tablet ou smartphone, o olho faz mais esforço para acompanhar tudo que acontece. Isso associado a má postura e má iluminação causam fadiga ocular, e ao longo do tempo, pode agravar outros sintomas como dificuldade para enxergar ou dores musculares.

Verifica-se, portanto, que é atribuição, não somente do Poder Legislativo, mas, uma colaboração contínua entre legisladores, empresas e sindicatos, haja vista sua função social e, para além disso, da sociedade como um todo, a criação de um arcabouço de normas que visem garantir que os direitos dos trabalhadores sejam protegidos em um ambiente cada vez mais digitalizado.

Conclusão

A globalização assimétrica prosseguiu em todos os níveis e em todos os âmbitos (político, econômico, cultural e social), atingindo o indivíduo trabalhador. A Quarta Revolução Industrial, ou “Indústria 4.0”, aumentou a velocidade de propagação das inovações tecnológicas, o que se aplica também às telecomunicações, finanças e serviços.

As chamadas TICs adotadas pelas organizações do trabalho têm o potencial de transformar radicalmente o ambiente de trabalho, promovendo eficiência, produtividade e segurança. No entanto, essa profunda transformação também traz à tona questões cruciais relacionadas ao bem-estar físico e mental dos trabalhadores.

As inovações tecnológicas continuarão a acelerar a uma taxa sem precedentes, e podemos esperar uma era emergente de tendências de IA em evolução e transformação impactando empresas e locais de trabalho. Exemplos incluem a introdução de aplicativos inteligentes que podem responder de forma autônoma e dinâmica, tecnologias de metaverso para criar experiências

únicas e interações impactantes no local de trabalho, desenvolvimento de uma força de trabalho conectada aumentada e estabelecimento de Confiança de IA, Gestão de Risco e Segurança e Gestão Contínua de Exposição a Ameaças. Correspondentemente, esses influenciarão e redefinirão o panorama da SST à medida que nos adaptamos e navegamos por novos paradigmas de SST para criar um local de trabalho geral mais seguro e saudável para os trabalhadores.

Pode-se afirmar, em relação aos principais riscos à saúde de segurança do trabalho, estão os fatores organizacionais e psicossociais, destacando-se: posturas inadequadas, carga osteomuscular, carga estática, doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (DORT) e lesões por esforço repetitivo (LER), falta de controle de jornada laboral, ausência à desconexão do trabalho e todos os demais que venham a afetar a saúde física e mental dos teletrabalhadores.

É imperativo que as empresas, na Indústria 4.0 devem, portanto, adotar uma abordagem voltada para o futuro para buscar soluções eficientes que também sejam socialmente sustentáveis, particularmente em vista do desemprego global que será um possível resultado desta revolução tecnológica, implementando políticas que não apenas protejam os trabalhadores dos riscos associados à automação e ao uso intensivo de tecnologia, mas que também promovam um ambiente de trabalho saudável e sustentável.

Isso inclui a capacitação contínua dos profissionais para que possam se adaptar às novas demandas do mercado, além de iniciativas que incentivem o equilíbrio entre vida profissional e pessoal.

Em suma, a era digital oferece uma oportunidade única para reconfigurar o futuro do trabalho. Essa transformação supõe uma mudança cultural organizacional que exige que os sistemas experimentem novas opções de pensar, de executar e de relacionar. O caminho da Indústria 4.0 para a criação de um valor industrial mais sustentável deve, portanto, levar em conta não apenas a sustentabilidade econômica, social e ambiental, mas também aspectos de saúde ocupacional referentes à força de trabalho.

Ao priorizar a saúde do trabalhador na implementação das tecnologias da Indústria 4.0, podemos não apenas mitigar os riscos associados a essa transformação, mas também criar um ambiente de trabalho ecologicamente equilibrado, nos moldes do conceito de “trabalho decente” proposto pela OIT. Cabe a toda a sociedade dirigir o uso da tecnologia para o bem-estar coletivo.

Referências

Afonso, D. S. *Gig Economy: Renovação Tecnológica, Informalização e Desregulação Das Relações De Trabalho*. Conteúdo Jurídico, 2023, Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/61574/gig-economy-renovao-tecnologica-informalizacao-e-desregulao-das-relaes-de-trabalho>. Acesso em: 2 nov. 2024.

Afonso, P. Teletrabalho: Quais São as Consequências para a Saúde Mental? *Acta Médica Portuguesa*. v. 34, n. 3, p. 237-243, 2021.

Aida, R. I. R. Z.; Azlina, A. B.; Balqis, N. S. *Ergonomics and health aspects of work with computers*. Heidelberg: Springer Berlin, 2007.

Brasil. *Consolidação das Leis do Trabalho*: aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Ementa. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

Brod, C. *Technostress: The human cost of the computer revolution*. Massachusetts: Reading Mass Addison-Wesley, 1984.

Costa, M.; Stefano, F. A era das fábricas inteligentes está começando. *Exame*, [s. l.], 7 ago. 2014. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-fabrica-dofuturo/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

- Ferreira, A. P. C. Tecnologia de informação, controle e mundo do trabalho: pensar tecnologia na ótica do trabalhador. *Revista Eletrônica de Ciências Sociais*, n. 11, p. 14-24, 2006.
- Marx, K. *O Capital*. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Coleção Os Economistas, v. I. Tomo I).
- Michael, A. *Stress: sinais e causas*. São Paulo: Roche, 1998.
- Murray, S. A. *et al.* Conferência Internacional Anual da Sociedade de Engenharia em Medicina e Biologia do IEEE (EMBC). Nova Jersey, Piscataway: IEEE, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1109/embc.2018.8512810>.
- Oliveira, M. M. V. *Ergonomia e o teletrabalho a domicílio*. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- Pacheco, W. *et al.* A era da tecnologia da informação e da comunicação e a saúde do trabalhador. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 3, n. 2, p. 114-122, 2005.
- Santos, A. German Bionic: conheça o exoesqueleto para profissionais da saúde. *Olhar Digital*, 29 ago. 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/08/29/medicina-e-saude/german-bionic-conheca-o-exoesqueleto-para-profissionais-da-saude>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- Schwab, K. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.
- Souto, S. M. O. *O profissional da informação frente às tecnologias do novo milênio e às exigências do mundo do trabalho*. Salvador: Cinform, 2006. Disponível em: http://www.cinform-antiores.ufba.br/iv_anais/frames.html. Acesso em: 22 jul. 2025.
- Urze, P.; Barroso, S. G.; Gomes, C. T. Contributos técnico-culturais para a discussão do conceito de teletrabalho. *Revista da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas*, n. 15, p. 51-68, 2003. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/7962?mode=full>. Acesso em: 26 jul. 2022.
- Valle, B. M. Tecnologia da informação no contexto organizacional. *Ciências da Informação*, v. 25, n. 1, p. 5-12, 1996.
- Zheng, R. *et al.* An improved CNN based pneumoconiosis diagnosis method on X-ray chest film. *In: Paper presented at: Human Centered Computing: 5th International Conference, HCC 2019*. Cačak, Serbia; August 5-7, 2019: Revised selected papers; 2019.