

ROBÓTICA E AUTOMATIZAÇÃO AVANÇADAS: QUAIS SÃO OS RISCOS E AS OPORTUNIDADES EM MATÉRIA DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO?

O aparecimento de novas tecnologias, tais como sistemas de robótica avançada capazes de interagir de perto com os seres humanos, resultou no recomeço do debate sobre o potencial da automatização no trabalho e tarefas, bem como sobre as suas consequências na segurança e saúde no trabalho (SST). O desenvolvimento rápido e as novas formas de interação entre o ser humano e a tecnologia criam novas oportunidades e desafios para a SST, juntamente com esta evolução tecnológica. A robótica avançada detém o potencial para uma mudança qualitativa nas oportunidades e desafios para a SST ou até mesmo para a criação de benefícios e riscos completamente novos. Obter conhecimento sobre ambos os fatores estabelecidos da SST para a interação entre seres humanos e tecnologia, bem como incluir novas descobertas científicas focadas em sistemas robóticos, ajuda a identificar as influências importantes para os riscos e oportunidades, bem como os fatores especificamente relevantes para a robótica avançada e colaborativa.

O estado da robótica avançada

A combinação da inteligência artificial, ou algoritmos inteligentes, com dispositivos robóticos acelera o nível de automatização e funcionalidades robóticas. Quanto maior a integração de *software* baseado em IA em *hardware* robótico, mais se verifica, por exemplo, um comportamento de movimento elaborado, especialmente em ambientes não estruturados ou no processamento de linguagem natural. No entanto, os sistemas não baseados em IA já demonstram uma variedade de capacidades avançadas e também estão incluídos nesta matéria. É abordada na literatura científica uma série de robóticas avançadas diferentes de alta qualidade capazes de interagir com seres humanos. Podem ser categorizadas de acordo com o seu objetivo pretendido, bem como pelas suas diferentes características, como a mobilidade. Para a automatização de tarefas físicas, os **robôs industriais** aparecem mais frequentemente. De acordo com a norma da Organização Internacional de Normalização (ISO) (ISO 8373:2012), um robô industrial é um «manipulador multiuso, reprogramável e controlado automaticamente, programável em três ou mais eixos», que podem ser fixos ou móveis. Esta definição também é adotada pela International Federation of Robotics (IFR). Outros tipos de sistemas robóticos são a **robótica à distância**, utilizada, por exemplo, em operações de manutenção remota. Um segundo grupo notável que é abordado na literatura científica são os **robôs médicos**. Os robôs médicos para a automatização de tarefas físicas referem-se a sistemas como **andarrilhos robóticos**^{1, 2} para o cuidado de idosos ou pessoas com deficiência, bem como a **terapia assistida por robô** para reabilitação da função de equilíbrio após acidente vascular³. Ainda em fase inicial de desenvolvimento, existem os robôs médicos concebidos para transportar e levantar pacientes, referidos como **robôs de enfermagem**. Na **indústria transformadora**, a integração crescente de ferramentas de *software* com base em IA em *hardware* robótico resulta em novas gerações de sistemas robóticos. Para além das finalidades específicas, o nível de mobilidade também tem sido utilizado para categorizar os sistemas robóticos. É possível observar a integração de robôs móveis ou **veículos autónomos (VA)** numa série de ambientes de trabalho. Especialmente, em **logística e armazenamento**, os robôs estão a tornar-se cada vez mais autónomos.

A forma de interação entre seres humanos e robôs é descrita em termos de **colaboração, cooperação e coexistência**. A coexistência descreve uma reunião esporádica entre seres humanos e robôs em que a interação é limitada no tempo e espaço. Os participantes não partilham um objetivo comum no seu trabalho e as suas ações não estão relacionadas em termos de tempo. Um exemplo de coexistência no local de trabalho é um robô de transporte a passar por um supervisor num armazém. A cooperação e colaboração descrevem interações mais próximas entre seres humanos e robôs, nas quais partilham um objetivo e as tarefas são dependentes em termos de tempo. Num ambiente de trabalho cooperativo, ambos trabalham para alcançar um objetivo geral comum, mas existe uma divisão clara de tarefas entre o ser humano e robô. Cada um trabalha em diferentes subtarefas do resultado final, e a atribuição de subtarefas é previamente determinada. A colaboração pode ser

¹ Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., & Hauer, K. (2016). Evaluation studies of robotic rollators by the user perspective: A systematic review. *Gerontology*, 62(6), 644-653. <https://doi.org/10.1159/000444878>

² Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., Bauer, J. M., & Hauer, K. (2018). A systematic review of study results reported for the evaluation of robotic rollators from the perspective of users. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(1), 31-39. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1278470>

³ Zheng, Q. X., Ge, L., Wang, C. C., Ma, Q. S., Liao, Y. T., Huang, P. P., & Rask, M. (2019). Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 95, 7-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.03.015>

considerada como a forma mais próxima de interação. As ações humanas e robóticas ocorrem simultaneamente para o mesmo objeto. Por exemplo, o apoio ao levantar um paciente resulta numa forma de interação colaborativa. O ser humano e o robô procuram um objetivo comum e é necessária uma coordenação imediata. As subtarefas são atribuídas continuamente e, se necessário, adaptadas à situação.

Impacto nas tarefas, emprego e setores

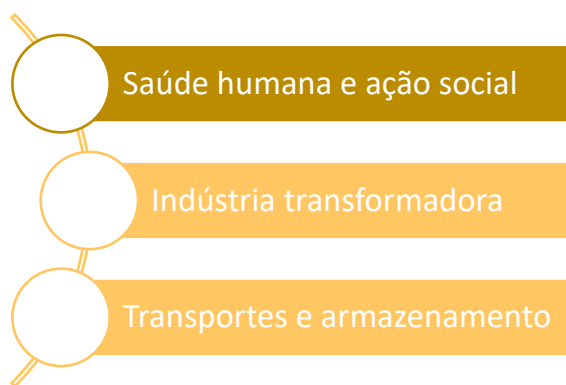
Como seria de esperar, a maioria das tarefas físicas impactadas pela automatização da robótica avançada estão relacionadas com objetos. Contudo, também existem algumas tarefas físicas afetadas pela automatização de tarefas relacionadas com pessoas. Um exemplo, que ocorre em vários setores (medicina, indústria transformadora e construção), mas que é automatizado ou apoiado da mesma forma por diferentes tipos de sistemas robóticos, é a tarefa de levantar objetos ou até mesmo pessoas. Este exemplo demonstra como a mesma tarefa está afeta em diferentes setores e nas profissões associadas.

As tarefas com maior probabilidade de automatização são as **tarefas repetitivas e rotineiras**. Estas tarefas podem ser programadas e codificadas e é possível construir um sistema que aprende através destes dados com a utilização de técnicas de IA. Portanto, é mais provável a substituição de rotinas físicas e de tarefas menos complexas. Poderá existir o potencial de **destruição de empregos**, especialmente em empregos **pouco qualificados** com níveis elevados de repetição e características rotineiras. Num ponto de vista ligeiramente diferente, é preciso sublinhar que **muitas tarefas físicas rotineiras** já têm vindo a ser automatizadas através da mecanização e que poderão existir menos tarefas para automatizar nesse sentido. A utilização de robôs colaborativos tem inclusive o **potencial de criar mais empregos**. Estes sistemas têm o potencial de combinar a força humana com a das máquinas. Aliar o ser humano aos robôs pode aumentar a produtividade e, conseqüentemente, beneficiar a organização, que, por sua vez, é capaz de investir mais e criar novos empregos. No entanto, por outro lado, estes sistemas são capazes de realizar as tarefas de trabalho de mais de um trabalhador humano de uma só vez. Conseqüentemente, iremos observar uma mudança em relação a uma situação em que um ser humano manuseia vários sistemas robóticos.

Os sistemas robóticos podem ter um impacto positivo na SST, principalmente no que diz respeito aos ditos trabalhos 3D (do inglês, «dirty, dull and dangerous»).

A análise das tarefas físicas automatizadas entre setores revela um elevado número de tarefas automatizadas ou assistidas no setor da **saúde humana e ação social**. A maioria destas tarefas podem ser encontradas em **atividades hospitalares**.

Figura 1: Os três setores mais comuns para a automatização de tarefas físicas (de acordo com a literatura científica)



Em segundo lugar, a **indústria transformadora** é bastante influenciada. Na indústria transformadora, o **setor automóvel** é, muitas vezes, considerado o mais importante. No entanto, as **atividades do setor da saúde humana e ação social** têm uma representação ligeiramente maior na literatura científica, o que pode ser, contudo, devido a um viés de publicação. O setor dos **transportes e armazenamento** é também abordado com alguma frequência na literatura científica e é também mencionado por especialistas. Menos observado na literatura científica, mas enfatizado pelos especialistas, são os setores de **construção e agricultura, silvicultura e pesca**. As aplicações robóticas são especialmente úteis para assumir ou apoiar as tarefas dos trabalhadores que envolvem o manuseamento de cargas pesadas (por exemplo, gruas automatizadas). O setor da **agricultura, silvicultura e pesca** está bastante desenvolvido no que diz respeito a sistemas autónomos, e a inovação destas tecnologias no setor está a aumentar rapidamente.

Dimensões relevantes para a SST na interação entre seres humanos e robôs

Com base em investigação prévia, foram identificadas quatro dimensões diferentes para a interação entre seres humanos e robôs, que podem ser associadas a diferentes riscos e oportunidades relacionados com a SST: **atribuição de funções e tarefas, conceção de tarefas, conceção da interação**, bem como a **operação e supervisão**. Estas dimensões não são estritamente discretas e demonstram dependência entre elas.

Atribuição de funções e conceção de tarefas

A própria automatização é um *continuum* em que várias funções podem ser automatizadas a diferentes níveis⁴. À medida que as capacidades da robótica avançada melhoram, podemos observar uma mudança nos processos tradicionais de atribuição de tarefas para processos mais dinâmicos. Existe uma variedade de aspetos psicológicos a considerar, que podem ser influenciados pela atribuição de tarefas *ad hoc* em tempo real, como **perceção de controlo do processo, esforço mental, perceção de justiça, identidade da tarefa** e aceitação do resultado da atribuição, fluxo e autoeficácia ou satisfação⁵. A flexibilidade na execução de tarefas de seres humanos e robôs requer um nível bastante elevado de desenvolvimento tecnológico. A **atribuição de funções ou tarefas** pode tornar-se mais dinâmica à medida que os sistemas robóticos mantêm a promessa de uma utilização flexível. Assumindo uma prontidão tecnológica adequada e correspondente aos casos de utilização para a aplicação em questão, não só haverá riscos e oportunidades para a SST no resultado de um processo de atribuição de funções, como também no próprio processo em si, os quais são discutidos na secção respetiva abaixo. Uma consequência direta do processo de atribuição é a tarefa de trabalho restante (conteúdo de trabalho) para o ser humano. Uma característica importante do desenvolvimento de tarefas de trabalho, que por si só pode introduzir riscos e oportunidades relacionados para a SST, está relacionada com a quantidade e qualidade da latitude de decisão ou **controlo no trabalho** dado a um trabalhador humano.

Conceção da interação

Os aspetos da conceção robótica e conceção da interação podem estar relacionados com a aparência exterior e a personificação do sistema robótico, comportamento robótico e movimento ou interação, assim como estilos e canais de comunicação. Na área do movimento robótico, aspetos comportamentais como a velocidade, aceleração e desaceleração, trajetórias, estratégias de abordagem ou passagem entram no âmbito de consideração. A comunicação entre o ser humano e a robótica avançada pode ser desenvolvida a vários níveis. Foram realizados trabalhos de investigação relativamente à comparação dos efeitos de diferentes canais de comunicação, por exemplo, a eficácia da combinação de várias modalidades, como gesto e fala⁶. Outras tentativas focaram-se em situações de interação verbal específicas, por exemplo, quando os sistemas robóticos solicitam ajuda do parceiro de interação humana⁷. Estes diferentes aspetos de conceção da interação estão associados, em diferentes níveis, aos riscos e oportunidades para a SST. A semelhança na investigação sobre conceção da interação é a tentativa de identificar atributos e características que permitam uma interação harmoniosa e natural. O objetivo geral é aumentar a sensação de **bem-estar, aceitação, confiança, emoções positivas**, e uma **experiência ou fluxo de trabalho do utilizador positiva**⁸. Da mesma forma, não se deve provocar níveis disfuncionais de **carga de trabalho, irritação, tensão ou interrupções** através da interação, mas sim reduzi-los sempre que possível. No entanto, os aspetos da conceção robótica não são considerações independentes, mas devem sempre contemplar o contexto abordado e a tarefa de trabalho. Por exemplo, os requisitos de interação variam entre um robô relacionado com cuidados de saúde e um robô industrial.

A responsabilidade e responsabilização precisam de ser clarificadas no que diz respeito à interação entre seres humanos e robôs. Os trabalhadores precisam de estar cientes das capacidades e limitações de um robô.

⁴ Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286-297. <https://doi.org/10.1109/3468.844354>

⁵ Tausch, A., Kluge, A., & Adolph, L. (2020). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

⁶ Berg, J., & Lu, S. (2020). Review of interfaces for industrial human-robot interaction. *Current Robotics Reports*, 1(2), 27-34. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00005-6>

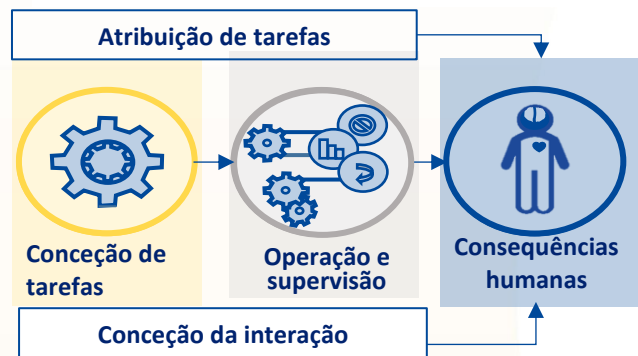
⁷ Backhaus, N., Rosen, P. H., Scheidig, A., Gross, H. M., & Wischniewski, S. (2018, September). Somebody help me, please?! Interaction design framework for needy mobile service robots. *2018 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (pp. 54-61). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2018.8625721>

⁸ Honig, S. S., & Oron-Gilad, T. (2018). Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 9, 861. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00861>

Operação e supervisão

A dimensão da operação e supervisão de um sistema pode ser considerada uma consequência direta resultante do processo de atribuição de funções e da conceção da interação específica⁹. A novidade relativa dos sistemas robóticos que interagem de perto com seres humanos no local de trabalho resulta, inevitavelmente, numa força de trabalho com pouca experiência e pouco familiarizada no que toca à interação com estes. Com o aumento da familiaridade, a novidade destes sistemas diminui à medida que as ideais pré-concebidas das suas capacidades e comportamentos se tornam em ideais mais realistas¹⁰. Nomura e colegas verificaram que as atitudes negativas relativamente a sistemas robóticos diminuem à medida que a interação com os robôs aumenta. Os níveis elevados de **autonomia robótica** também estavam associados a um menor sentimento de **responsabilidade** em relação à tarefa de trabalho¹¹. Assim, a conceção e comportamento robótico transparente é essencial para evitar possíveis riscos, como a redução da sensação de responsabilidade e responsabilização com o sistema. Além disso, nos ambientes em que os operadores têm de realizar tarefas não automatizadas, ao mesmo tempo que supervisionam a automatização, pode ocorrer complacência¹². É, portanto, importante reconhecer o nível de carga de trabalho mental que a operação e supervisão do sistema robótico pode causar e incluí-la em qualquer consideração da introdução de múltiplas tarefas de supervisão e operação no ambiente de trabalho.

Figura 2: Dimensões da interação entre seres humanos e robôs



Oportunidades para a SST

A introdução de sistemas de robótica avançada no local de trabalho pode originar uma série de oportunidades relacionadas com a SST para os trabalhadores. Relativamente à **atribuição de funções e tarefas**, existe uma variedade de aspetos psicológicos a considerar, como a perceção de controlo do trabalho, o esforço mental, a perceção de justiça, a identidade da tarefa e a aceitação do resultado da atribuição, fluxo e autoeficácia ou satisfação¹³. No entanto, se a atribuição de tarefas for bem realizada, pode aumentar o desempenho do sistema, **reduzir erros, otimizar a carga de trabalho, aumentar a motivação, satisfação e bem-estar**. Além disso, também é provável o aumento da **confiança e aceitação**, à medida que as atitudes se adaptam devido à exposição ao sistema¹⁴.

O princípio do «ser humano no controlo» representa uma importante orientação para a conceção na interação entre seres humanos e robôs para prevenir níveis reduzidos do controlo no trabalho.

O conceito de **controlo no trabalho**, que inclui as dimensões da latitude de decisão, tempo e o próprio método de controlo, tem uma longa história na psicologia ocupacional. Os efeitos positivos que o controlo no trabalho pode ter no bem-estar, motivação, satisfação e saúde mental dos trabalhadores, especialmente para ajudar a compensar exigências elevadas no trabalho, estão bem documentados na literatura científica^{15, 16, 17}. A possibilidade de os trabalhadores desempenharem certas tarefas de trabalho com um sistema robótico flexível pode oferecer a oportunidade de **aumentar os níveis de controlo no trabalho**, quando se seguem certas recomendações de conceção¹⁸. O princípio do «ser humano no controlo» deve ser considerado uma orientação

⁹ Robelski, S., & Wischniewski, S. (2018). Human-machine interaction and health at work: a scoping review. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 5(2), 93-110. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2018.092226>

¹⁰ Sanders, T., Kaplan, A., Koch, R., Schwartz, M., & Hancock, P. A. (2019). The relationship between trust and use choice in human-robot interaction. *Human Factors*, 61(4), 614-626. <https://doi.org/10.1177/0018720818816838>

¹¹ Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Yamada, S., & Kato, K. (2011). Attitudes toward robots and factors influencing them. In K. Dautenhahn & J. Saunders (Eds.), *New Frontiers in Human-Robot Interaction* (pp. 73-88). John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom>

¹² Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors*, 52(3), 381-410. <https://doi.org/10.1177/0018720810376055>

¹³ Tausch, A., Kluge, A., & Adolph, L. (2020). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

¹⁴ Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors*, 53(5), 517-527. <https://doi.org/10.1177/0018720811417254>

¹⁵ Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job design. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285-308. <https://doi.org/10.2307/2392498>

¹⁶ Karasek, R. A. (1998). Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development. In J. M. Stellman (Ed.), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (pp. 34.06-34.14). International Labour Organization (ILO).

¹⁷ Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The job demands-resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22, 309-328. <https://doi.org/10.1108/02683940710733115>

¹⁸ Rosen, P. H., & Wischniewski, S. (2017, July). Task design in human-robot-interaction scenarios – Challenges from a human factors perspective. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 71-82). Springer, Cham.

fundamental para a conceção/design. Fornecer transparência suficiente do sistema ou até a permissão de estratégias de interação individualizadas podem assegurar uma interação perfeita.

Além das oportunidades psicológicas, a robótica avançada também pode ter um impacto positivo no **bem-estar físico** e na **segurança** dos trabalhadores. A utilização destes sistemas em ambientes de trabalho prejudiciais ou perigosos é uma clara oportunidade a enfatizar. Primeiramente, os sistemas robóticos fornecem o potencial de remover por completo o ser humano destas circunstâncias desfavoráveis. Em segundo lugar, especialmente em tarefas de montagem e elevação, os sistemas robóticos podem **melhorar a saúde física** relacionada com lesões musculoesqueléticas. Para além destes fatores, a redução do esforço físico ou de trabalho desfavorável apresenta outra oportunidade concreta para a SST¹⁹.

Riscos para a SST

Os riscos associados com a atribuição de funções incluem uma série de consequências humanas, como efeitos de **complacência**, **viés de decisões**, **consciência reduzida da situação**, **carga de trabalho mental desequilibrada**, **falta de confiança** e **excesso de dependência**. Relativamente à **conceção da tarefa** como uma consequência do processo de atribuição de tarefas, especialmente o risco de **níveis baixos de controlo no trabalho**, também convém salientar que estão associados a **níveis baixos de sensação de controlo**, **baixa autoeficácia**, **baixa satisfação**, **motivação** e **bem-estar**. Os níveis elevados de **autonomia robótica** também estão associados ao risco de **redução da sensação de controlo** e a sensação de **responsabilidade** para a tarefa de trabalho. Uma **união forte** do trabalhador à tarefa do robô acarreta ainda o risco de aumentar o **stress**.

Além disso, a ausência de princípios de conceção está associada a efeitos adversos. A procura de uma conceção e comportamento robótico transparente é especialmente crucial para prevenir possíveis riscos, como a **redução da sensação de responsabilidade e responsabilização**, **falta de dependência ou dependência excessiva**, bem como uma **sensação de alienação** ou **perda de controlo**.

A (semi) automatização de tarefas previamente feitas pelo ser humano pode resultar, eventualmente, em novas estruturas de equipa. Um possível risco pode ser uma **redução na perceção de apoio social**, à medida que a interação com os membros da equipa humana possa diminuir. No entanto, este fenómeno ainda não é muito abordado na literatura científica.

A aplicação de sistemas robóticos pode estar sujeita ao risco de **níveis ainda mais reduzidos de controlo no trabalho**. Os trabalhadores podem sentir que estão **apenas a apoiar o trabalho do robô**. Os níveis reduzidos de controlo e confiança nos sistemas robóticos são também conhecidos como «technological coupling» (união tecnológica) na literatura científica²⁰. Uma união forte e inflexível de tarefas humanas com o desempenho robótico poderá **diminuir a flexibilidade do desempenho da tarefa** e aumentar a **taxa de trabalho determinada pela máquina**. Ambos os aspetos têm o potencial de estar associados a uma série de efeitos psicológicos, como **exaustão emocional**, **nervosismo ou irritação**, uma **saúde mental geralmente mais fraca** e **menos satisfação intrínseca no trabalho**¹⁹. Tal pode resultar numa **sensação de estar apenas a apoiar o trabalho do robô** e na **diminuição do valor subjetivo** do próprio trabalho. Contudo, se os limites de uma tarefa e sistema não forem claros, poderíamos estar perante o risco de deixar o controlo no trabalho ou a latitude de decisões tornar-se demasiado grande, o que pode resultar, mais uma vez, numa redução de bem-estar ou stress.

Estreitamente ligado ao «technological coupling» está o risco potencial da **intensificação do trabalho** através da introdução da robótica avançada se o tempo dos recursos humanos para a conclusão de tarefas de trabalho no novo sistema de trabalho for atribuído de forma insuficiente. Além disso, surge o risco potencial de **efeitos de desqualificação**. À medida que os sistemas robóticos desempenham parte do trabalho, os trabalhadores já não concluem todas as tarefas e, portanto, deixam de compreender o processo na íntegra. A **redução da variedade de competências** é também abordada na potencial polarização do emprego²¹. Basicamente, afirma que, para os trabalhos com requisitos baixos quanto ao nível de competências, a automatização das tarefas rotineiras complexas fará que o trabalho se foque em tarefas ainda mais simples, em vez de permitir que o ser humano desempenhe tarefas que requerem um nível de competências mais elevado.

¹⁹ Sen, A., Sanjog, J., & Karmakar, S. (2020). A comprehensive review of work-related musculoskeletal disorders in the mining sector and scope for ergonomics design interventions. *IJSE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113-131. <https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564>

²⁰ Corbett, J. M. (1987). A psychological study of advanced manufacturing technology: The concept of coupling. *Behaviour & Information Technology*, 6(4), 441-453. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/01449298708901855>

²¹ Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6>

Um fenómeno comum relacionado com a automatização de tarefas é a complacência com a automatização. O efeito é reduzido quando a dependência da automatização não é constante ao longo do tempo, mas varia. No entanto, o desempenho inconsistente do sistema pode **impactar negativamente a confiança** no sistema robótico. Outro fenómeno de automatização bem explorado e documentado que é abordado na literatura científica é o **risco de viés de automatização** e dois tipos de erros relacionados – erros de omissão e de comissão. Os erros de omissão ocorrem se o utilizador não responder a uma situação crítica em relação a uma função de alerta²². Os erros de comissão estão relacionados com recomendações específicas pelo sistema de automatização e são descritos como seguir os conselhos do sistema, apesar deste estar incorreto. Para evitar este tipo de erro, os trabalhadores precisam de exibir um nível adequado de confiança em relação ao sistema robótico, nem confiança extrema nem negligência em relação a este. Assim, é essencial que os trabalhadores estejam cientes das capacidades exatas do sistema robótico.

A atribuição e conceção inadequadas das tarefas podem ser principalmente associadas a riscos psicossociais, como redução de bem-estar, exaustão emocional, nervosismo e irritabilidade. As falhas robóticas mecânicas podem causar danos físicos.

Outro fator de risco são os **erros e falhas mecânicas**. Os movimentos imprevisíveis podem causar potenciais danos físicos ao operador. Assim, é preciso considerar os limites quanto à força de contacto. Estes tipos de erros de controlo podem ocorrer quer a nível da conceção, como a nível da operação, e são muitas vezes atribuídos ao mau funcionamento do *software*, mas também podem ser causados devido a erro humano. Para evitar erros mecânicos, é preciso garantir uma instalação e manutenção elétricas corretas, bem como uma formação adequada para os operadores evitarem e, se necessário, atenuarem a situação.

Pode ocorrer o **risco de receio da perda de trabalho**, especialmente se os trabalhadores não tiverem experiência com sistemas robóticos e os processos de introdução não tiverem este receio em consideração. Para atenuar este risco, pode ser útil envolver os trabalhadores no início do processo de introdução do sistema no local de trabalho. Alguns trabalhadores não perceberão estes sistemas como tecnologia potencialmente benéfica, mas sim como um risco para o seu emprego, o que pode resultar em receios de desemprego e precariedade financeira²². Reichert e Tauchmann investigaram os níveis de sofrimento psicológico relativos a trabalhadores com precariedade laboral e descobriram que sofrem de **saúde psicológica mais fraca**²³. Além disso, os efeitos da precariedade laboral são exacerbados para os trabalhadores que têm problemas prévios de saúde mental. Os trabalhadores em posições mais elevadas têm menos receio dos robôs no trabalho do que os trabalhadores manuais, operários e pessoas com um nível de educação mais reduzido²⁴. Kozak e colegas frisam a necessidade de aumentar a implementação de políticas de desenvolvimento de capacidades para a força de trabalho combater tanto a perda de trabalho em si, como o medo subjetivo em relação a esta. Fornecer novas capacidades aos trabalhadores pode, simultaneamente, facilitar a sua adaptação às necessidades do novo ambiente de trabalho numa economia digital e oferecer uma sensação subjetiva de segurança²⁵.

Recomendações

A introdução da robótica avançada no local de trabalho requer uma grande consideração dos potenciais riscos e oportunidades para a SST.

As dimensões principais que representam potenciais riscos e oportunidades para a SST na interação entre seres humanos e robôs são a **atribuição de funções e conceção de tarefas, conceção da interação**, assim como a **operação e supervisão**. Estas dimensões têm de ser consideradas a vários níveis e estão ligeiramente direcionadas a diferentes partes interessadas. No entanto, a aplicação de sistemas de robótica específicos num sistema de trabalho requer prestar atenção a todas as dimensões abordadas. Por conseguinte, é necessário incentivar e permitir a partilha e aprendizagem através das partes interessadas relevantes, como o autor/designer, integrador do sistema, comité da empresa e dos trabalhadores.

²² McClure, P. K. (2018). "You're fired," says the robot: The rise of automation in the workplace, technophobes, and fears of unemployment. *Social Science Computer Review*, 36(2), 139-156. <https://doi.org/10.1177/0894439317698637>

²³ Reichert, A. R., & Tauchmann, H. (2011). *The causal impact of fear of unemployment on psychological health* (No 266). In T. K. Bauer (Ed.), *Ruhr Economic Papers*. <http://hdl.handle.net/10419/61355>

²⁴ Dekker, F., Salomons, A., & Waal, J. V. D. (2017). Fear of robots at work: the role of economic self-interest. *Socio-Economic Review*, 15(3), 539-562. <https://doi.org/10.1093/ser/mwx005>

²⁵ Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A., & Martinak, D. (2020). Is fear of robots stealing jobs haunting European workers? A multilevel study of automation insecurity in the EU. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17493-17498. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2160>

Um fator para permitir uma implementação bem-sucedida de sistemas robóticos é o **envolvimento** do trabalhador. Tal é importante por diversas razões. Pode reduzir o receio de perda de emprego, bem como aumentar ainda mais a aceitação do sistema. Além disso, deve ser considerada a implementação de políticas de **desenvolvimento de capacidades** para a força de trabalho, de forma a combater tanto a perda de emprego em si, como o medo subjetivo desta.

O foco na atualização ou capacitação profissional no processo de automatização também contrariará a sensação de que o trabalhador apenas está a apoiar o trabalho do robô.

Os princípios da conceção da interação existentes, a conceção das tarefas, a atribuição da responsabilidade e responsabilização devem ser fortemente considerados durante a criação de novos sistemas de trabalho. Deve ser evitado um ritmo de trabalho determinado pelo sistema robótico ou a falta de possibilidades de interrupção. O **princípio do «ser humano no controlo»** deve ser considerado como uma orientação líder para a conceção em vários níveis, desde o indivíduo que interage até às partes interessadas relevantes. Além disso, o **princípio da «transparência»** demonstra ser de elevada importância. As ações e decisões, bem como as capacidades e limitações dos sistemas de robôs avançados devem ser transparentes e explicadas ao ser humano. Mais uma vez, isto pode ser aplicado à interação direta e individual, bem como a diferentes níveis, como a transparência organizacional no geral, em relação ao sistema robótico.

Autores: Patricia Helen Rosen, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), Eva Heinold, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL, Dr. Sascha Wischniewski, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA).

Gestão do projeto: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

Esta nota informativa foi encomendada pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA). O seu conteúdo, incluindo quaisquer opiniões e/ou conclusões expressas, são apenas dos autores e não refletem necessariamente as opiniões da EU-OSHA.

Nem a Agência Europeia nem qualquer pessoa que aja em seu nome assumem responsabilidade por eventuais utilizações da informação que se segue.

© Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2023

Reprodução autorizada mediante indicação da fonte.

A utilização ou reprodução de fotografias ou de outro material não protegido por direitos de autor da EU-OSHA deve ser autorizada diretamente pelos titulares dos direitos de autor.