

CONFIANÇA NA INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ: UMA REVISÃO DA LITERATURA

TRUST IN HUMAN-ROBOT INTERACTION: A LITERATURE REVIEW

Sofia Ferreira¹, Ana Sofia Silva², Ana Pinto³, Joana Santos⁴ e Carlos Carvalhais⁵

¹ Environmental Health Department, School of Health, Polytechnic of Porto, Portugal; marisofifer@gmail.com.

² Environmental Health Department, School of Health, Polytechnic of Porto, Portugal; anasofiadsilva@gmail.com.

³ Centre for Business and Economics Research, University of Coimbra, Portugal; luisa.s.pinto@gmail.com.

⁴ Environmental Health Department, School of Health, Polytechnic of Porto; LAETA/INEGI, Faculty of Engineering, UP; Portugal; jds@ess.ipp.pt.

⁵ Environmental Health Department, School of Health, Polytechnic of Porto, Portugal; caa@ess.ipp.pt.

Resumo

Introduction: The presence of collaborative robots (or cobots) in workplaces will become increasingly common due to the need to ensure the health and safety of workers and to make production systems more efficient and flexible. To ensure good performance in human-robot interaction, it is essential that there is trust on the part of the human in this technology. **Objectives:** Thus, the main objective of this study was to identify the factors that may influence human-robot interaction through a literature review. **Materials and Methods:** To accomplish this objective, the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews method was applied. The scientific databases used were Pubmed and Web Of Science. **Results and Discussion:** The literature search resulted in a total of 63 articles, 5 of which were included for analysis after applying the eligibility criteria. The factor "errors made by the robot" was the most reported in the included studies. Correlation between the different factors impacting trust was also observed. **Conclusions:** The success of human-robot interaction depends on the trust that the human places in the technology. However, it is essential to develop further studies on trust in industrial settings.

Keywords: Collaborative Robots, Reliability, Industry, Performance

Introdução

O processo evolutivo da tecnologia, economia e sociedade implicou alterações nas indústrias. Atualmente, encontramos-nos na quarta revolução industrial designada por Indústria 4.0 (I4.0) e a “caminho” da Indústria 5.0 (I 5.0). A I4.0 foi impulsionada pelo aparecimento da introdução dos Sistema Ciber- Físico (CPS), da internet das coisas e dos robôs autónomos. Contudo, apesar de ainda se manter um movimento global para criar fábricas inteligentes e digitais associado à I4.0, surgiu uma nova tendência para a produção que traz abordagem centrada no ser humano, na sustentabilidade e na resiliência (a chamada I5.0) (Comissão Europeia, 2021).

Os robôs assumem um papel importante nesta revolução industrial, assumindo-se como uma peça fundamental no processo de automatização, efetuando tarefas de forma inteligentes, flexíveis e versáteis com o foco na segurança (Bahrin et al., 2016).

A interação humano-robô é o campo de estudo multidisciplinar dedicado a compreender e a avaliar os sistemas robóticos, bem como a sua interação com os humanos (Goodrich & Schultz, 2007). Os robôs colaborativos (ou cobôs) interagem com o humano no mesmo espaço de trabalho e ao mesmo tempo sobre o mesmo componente ou produto (Bauer et al., 2016). Além do setor industrial, o uso crescente dos cobôs nos setores dos cuidados de saúde, hotelaria, agricultura, transportes e serviços é uma realidade. Nas indústrias estes robôs podem auxiliar os trabalhadores em tarefas de maior risco,

minimizando a carga de trabalho física e, conseqüentemente, prevenindo as Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT). Por outro lado, compartilhar o mesmo espaço de trabalho e trabalhar em simulatâneo com robôs, pode colocar os trabalhadores em elevados níveis de pressão de desempenho, aumentando a carga cognitiva de tarefas com um impacto significativo na saúde mental (EU-OSHA, 2019). Portanto, a colaboração humano-robô não deve ser apenas fisicamente segura, mas também psicologicamente confortável para os trabalhadores. A aplicação dos princípios da ergonomia cognitiva e organizacional ainda não foram suficientemente explorados em ambientes colaborativos, o que pode ter um impacto significativo na aceitação e confiança dos trabalhadores neste tipo de tecnologia (Gualtieri et al., 2021). A confiança é, atualmente, estudada em várias disciplinas (e.g., na sociologia, psicologia) com o objetivo de compreender as relações entre humanos ou entre humanos e máquinas. A confiança pode ser definida como uma atitude, uma intenção ou um comportamento de acordo com o diferente domínio a ser estudado (Muir & Moray, 1996; Madsen & Gregor, 2000). A confiança é um dos fatores chave para a compreensão da interação humano-robô (Kim et al., 2020). Os sistemas com recurso a robôs (e.g., automatizados) apresentam uma grande evolução, no entanto, mesmo os melhores sistemas podem não estar a ser utilizados adequadamente, se os operadores não tiverem confiança nos mesmos. Neste sentido, o presente estudo teve como principal objetivo identificar os fatores que podem influenciar a confiança na interação humano-robô.

Materiais e Métodos

O método utilizado nesta revisão da literatura foi o Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR). Este método serve para sintetizar evidências e avaliar a literatura sobre um determinado tema (Tricco, 2018). Nesta revisão da literatura foram utilizadas duas bases de dados científicas: a Pubmed e Web of Science; e foram apenas incluídos os artigos escritos em língua inglesa. A expressão de pesquisa utilizada foi: ((“Trust”) AND (“Collaborative robot” OR “Human-robot interaction”) AND (“Human performance” OR “performance” OR “work performance” OR “team performance”)))

Ao total de artigos resultantes da primeira etapa da pesquisa foram removidos os duplicados. Estes artigos foram analisados pela leitura do título e resumo. Os artigos não considerados relevantes, pela deteção de termos não adequados à temática foram excluídos. Quando o título e/ou resumo não permitiram aferir a relevância do artigo, passavam para etapa seguinte. Na última etapa, os artigos foram analisados pela leitura do texto integral, sendo considerados elegíveis os estudos que avaliavam a confiança na utilização do robô para melhorar o desempenho da interação humano-robô.

A gestão das referências bibliográficas foi realizada no gestor de referências Mendeley.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma do PRISMA-ScR, encontrando-se identificados o número de artigos obtidos em cada fase do processo de revisão da literatura.

Da aplicação das expressões de pesquisa nas bases de dados resultaram um total de 63 artigos. Após a remoção dos duplicados (n=4), foram analisados os títulos e resumos de 59 artigos. Foram

considerados para análise de texto integral 11 artigos e após a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos 5 estudos nesta revisão da literatura.

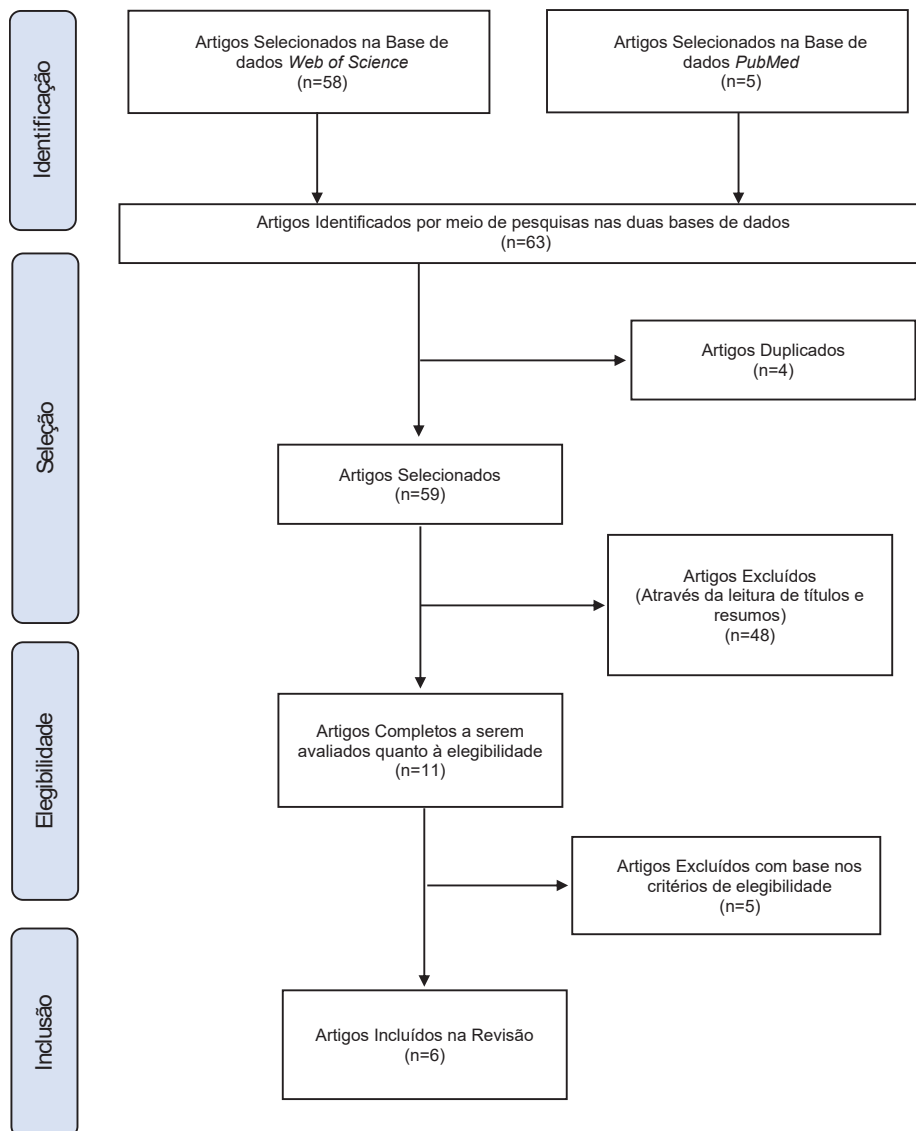


Figura 1. Fluxograma PRISMA-ScR

Após a análise dos 5 artigos incluídos, verificou-se que nenhum estudo foi desenvolvido em contexto industrial (Tabela 1). Contudo, considerou-se que os fatores que influenciam a confiança na interação humano-robô noutros contextos podem ser muito úteis para o design de estações de trabalho colaborativas centradas no humano na indústria.

Como é possível observar na Tabela 1, os fatores que influenciam a confiança na interação humano-robô mais referidos pelos estudos foram os “erros cometidos pelos robôs”, a “benevolência”, a “transparência”, e a “comunicação” verbal, não verbal ou de texto.

Tabela 1. Análise dos estudos incluídos

Referência	Amostra	Tarefa	Variáveis/fatores
Lyons et al., 2021	320 participantes	Assistir a vídeo e responder a itens específicos	Benevolência Transparência
Ciocirlan et al., 2019	53 Participantes	3 tarefas baseadas em jogos <i>online</i>	Comunicação Benevolência Erros do robô Desempenho
Hamacher et al., 2016	23 participantes	Cozinhar	Transparência Comunicação Erros do robô Expressão facial
Desai et al., 2012	12 participantes	Orientar um robô para o salvamento de vítimas	Erros do robô Tempo
Freedly et al., 2007	12 participantes	<i>Gaming</i>	Fatores pessoais Desempenho

Os “erros cometidos pelos robôs” segundo Hamacher et al. (2016), Ciocirlan et al. (2019) e Desai et al. (2012) diminuem a confiança que o humano tem no robô. A “máquina” é concebida para desempenhar adequadamente a sua função, logo não é esperado pelo utilizador que o robô erre. Apesar de Desai et al. (2012) afirmar que os períodos de confiabilidade do robô possam variar consoante o timing em que os erros acontecem, isto é, se as falhas do robô se apresentarem logo no início da sua utilização, o impacto na confiança é menor do que se a falha se apresentar no meio ou no final da sua utilização. Assim sendo, o “tempo” pode também influenciar a confiança na interação humano-robô.

Segundo Lyons et al. (2021), a “benevolência” é uma crença que representa uma especificidade central da confiabilidade que, segundo este autor, consiste numa “preocupação crítica dos humanos ao interagir com um sistema que tem capacidade de causar danos físicos ao ser humano”. Os estudos efetuados por Lyons et al. (2021) e Ciocirlan et al. (2019) indicaram que este fator está associado a uma maior confiabilidade, ou seja, quanto maior a “benevolência” maior será a confiança. Ciocirlan et al. (2019) considerou no seu estudo a comunicação verbal, não verbal e de texto, correlacionando-os com o desempenho da tarefa realizada.

A “expressão facial”, que é um tipo de comunicação (não verbal), foi estudada por Hamacher et al. (2016) que utilizou atributos semelhantes ao humanos nos robôs. Os resultados demonstraram que este fator pode influenciar a decisão do humano, dado que a “expressão facial” aumenta a credibilidade do robô e permite que este transmita as suas intenções, mesmo quando erra, o que facilita a comunicação.

O fator “transparência” está associado a uma maior confiança. Segundo Lyons et al. (2021) “transparência” engloba um “conjunto de métodos para estabelecer a intenção e a consciência compartilhadas” na interação humano-robô. Este fator transmite informações sobre os sensores do sistema, algoritmos ou recursos de aprendizagem. Contudo, é importante que os humanos tenham expectativas ajustadas à realidade, uma vez que o robô pode não corresponder à transparência fornecida relativamente ao seu comportamento. Também Hamacher et al. (2016) afirma que a “transparência” é um dos fatores mais importantes e refere que os humanos estão dispostos a prejudicar a sua eficiência por este fator.

Por fim, outro fator identificado por Desai et al. (2012) foram os “fatores pessoais”. Este autor dá especial atenção à idade dos utilizadores, e concluiu que os utilizadores mais jovens estão mais predispostos a comportamentos de risco e por isso, poderão aceitar melhor os erros cometidos pelos robôs o que aumenta a confiabilidade no robô.

Conclusões

Prevê-se um aumento da presença de robôs colaborativos nas indústrias e, por isso, as organizações devem estar preparadas para a sua integração nos processos produtivos. Nesse sentido será necessário otimizar a interação humano-robô, garantindo que o humano confia nesta tecnologia.

Os resultados obtidos demonstraram que os “erros cometidos pelo robô” condicionam a confiança do humano na interação com o robô, tendo sido identificados em 3 dos 6 estudos incluídos nesta revisão da literatura. Além disso, verificou-se que os fatores com impacto na confiança na interação humano-robô estão correlacionados entre si e devem ser estudados de forma integrada e não isoladamente.

Nesta revisão da literatura recorreu-se a apenas duas bases de dados científicas, o que pode ter limitado os resultados obtidos. Contudo, foi evidente a escassez de estudos de confiança na interação humano-robô em contexto industrial.

Referências

- Bahrin, M., Othman, F., Azli, N., & Talib, M. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>
- Bauer, W., Manfred, B., Braun, M. & Rally, P. (2016). *Lightweight robots in manual assembly – best to start simply !*. Stuttgart: Fraunhofer IAO
- Ciocirlan, S. D., Agrigoroaie, R., & Tapus, A. (2019). Human-Robot Team: Effects of Communication in Analyzing Trust. In 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2019. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN46459.2019.8956345>
- Comissão Europeia (2021). Industry 5.0 - What this approach is focused on, how it will be achieved and how it is already being implemented. Consultado em 30 julho 2021. Disponível em https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en
- Desai, M., Medvedev, M., Vázquez, M., McSheehy, S., Gadea-Omelchenko, S., Bruggeman, C., Steinfeld, A., & Yanco, H. (2012). Effects of changing reliability on trust of robot systems. In HRI'12 - Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 73–80. <https://doi.org/10.1145/2157689.2157702>
- EU-OSHA (2019). *Digitalisation and occupational safety and health (OSH) An EU-OSHA research programme*. Bilbao: European Agency for Safety and Health at Work
- Freedly, A., DeVisser, E., Weltman, G., & Coeyman, N. (2007). Measurement of trust in human-robot collaboration. In *International Symposium on Collaborative Technologies and Systems*, 2007.

- Goodrich, M., & Schultz, A. (2007). Human-Robot Interaction: A Survey. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 1, 203-275. <https://doi.org/10.1561/1100000005>
- Gualtieri, L., Rauch, E., & Vidoni, R. (2021). Emerging research fields in safety and ergonomics in industrial collaborative robotics: A systematic literature review. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67, 101998. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.101998>
- Hamacher, A., Bianchi-Berthouze, N., Pipe, A. G., & Eder, K. (2016). Believing in BERT: Using expressive communication to enhance trust and counteract operational error in physical Human-robot interaction. IN 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2016, 493–500. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2016.7745163>
- Kim, W., Kim, N., Lyons, J. B., & Nam, C. S. (2020). Factors affecting trust in high-vulnerability human-robot interaction contexts: A structural equation modelling approach. *Appl Ergon*, 85, 103056. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103056>
- Lyons, J. B., Vo, T., Wynne, K. T., Mahoney, S., Nam, C. S., & Gallimore, D. (2021). Trusting Autonomous Security Robots: The Role of Reliability and Stated Social Intent. *Human Factors*, 63(4), 603–618. <https://doi.org/10.1177/0018720820901629>
- Madsen, M., & Gregor, S. (2000). Measuring human-computer trust. In *Proceedings of the 11 th Australasian Conference on Information System (6-8)*. s. Melbourne Australia, 2000. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- Muir, B., & Moray, N. (1996). Trust in automation. Part II. Experimental studies of trust and human intervention in a process control simulation. *Ergonomics*, 39, 429-460. <https://doi.org/10.1080/00140139608964474>
- Tricco, A., Lillie, E, Zarin, W, O'Brien, KK, Colquhoun, H, Levac, D, Moher, D, Peters, MD, Horsley, T, Weeks, L, Hempel, S et al. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7):467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>