



GESTÃO DE ROBÔS COLABORATIVOS PARA ELEVAR A SEGURANÇA INDUSTRIAL E ASSEGURAR PRODUTIVIDADE ALINHADO À ODS 9

MANAGEMENT OF COLLABORATIVE ROBOTS TO ENHANCE INDUSTRIAL SAFETY AND ENSURE PRODUCTIVITY ALIGNED WITH ODS 9

Carolina Alana Alves Lisboa Santos | carolinadelisboa@gmail.com | Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos/SP

Maria Eduarda dos Santos Alves | maria.alves25@fatec.sp.gov.br | Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos/SP

Nilo Jerônimo Vieira | nilo.vieira@fatec.sp.gov.br | Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos/SP

Cícero Soares da Silva | cicero.silvaa@fatec.sp.gov.br | Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos/SP

Roque Antônio de Moura | roque.moura@fatec.sp.gov.br | Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos/SP

RESUMO

A gestão eficaz de robôs colaborativos (*cobots*) é fundamental para a segurança industrial e a produtividade nas operações modernas. O objetivo de desenvolvimento sustentável número 9 (ODS 9) foca na promoção da industrialização fomentando a inovação com acessibilidade a todos e respeito ao meio ambiente. O objetivo desta pesquisa é integrar *cobots* de forma estratégica em uma empresa visando reduzir significativamente os riscos associados as atividades repetitivas, perigosas ou anti-ergonômicas. A metodologia utilizada conta com leitura técnica e publicações inerente ao tema com o desenvolvimento de um protótipo virtual e sua análise no processo fabril. Como resultado simultaneamente, a automação colaborativa otimizará processos, aumentando a eficiência e possibilitando que a força laboral humana se concentrem em atividades de maior valor agregado e em um ambiente de trabalho mais salutar, seguro e produtivo. Conclui-se que esta pesquisa além de abordar a importância da automatização na segurança industrial, a evolução dos sistemas de proteção e o uso da tecnologia moderna, como os *cobots* e robôs inteligentes autônomos de transporte de cargas, também abre a discussão no contexto histórico, aplicações práticas, vantagens, desafios e perspectivas futuras do uso da robótica e automação no ambiente industrial. Como trabalho futuro sugere-se pesquisas adotando sistemas inteligentes em áreas de movimentação e armazenagem fabril.

Palavras-chave: Automação e robótica na Indústria. *Cobot*. ODS 9. Segurança ocupacional.

ABSTRACT

Effective management of collaborative robots (*cobots*) is essential for industrial safety and productivity in modern operations. Sustainable Development Goal number 9 (SDG 9) focuses on promoting industrialization by fostering innovation that is accessible to all and respects the environment. The objective of this research is to strategically integrate *cobots* into a company in order to significantly reduce the risks associated with repetitive, dangerous or anti-ergonomic activities. The methodology used includes technical reading and publications related to the subject with the development of a virtual prototype and its analysis in the manufacturing process. As a result, collaborative automation will simultaneously optimize processes, increasing efficiency and enabling the human workforce to focus on higher value-added activities and in a healthier, safer and more productive work environment. It is concluded that this research, in addition to addressing the importance of automation in industrial safety, the evolution of protection systems and the use of modern technology, such as *cobots* and autonomous intelligent robots for transporting loads, also opens the discussion on the historical context, practical applications, advantages, challenges and future perspectives of the use of robotics and automation in the industrial environment. As future work, research adopting intelligent systems in areas of movement and factory storage is suggested.

Keywords: Automation and robotics in Industry. *Cobot*. SDG 9. Occupational safety.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia atual se destacam as soluções no ambiente industrial para conduzir segurança e aquisições tecnológicas para prevenção de acidentes e redução de riscos operacionais como por exemplo, ambientes compartilhados entre humanos e máquinas que se interagem nos processos produtivos buscando produzir mais e sem lesionar físico e psicologicamente a força laboral humana (Moura; Moura, 2019; Silva *et al.*, 2024).

A automatização industrial é um campo essencial que visa a interação entre os operadores e os maquinários no ambiente de trabalho, aplicando robôs colaborativos (*cobots*) e a inteligência artificial na intervenção da exposição perigosa para humanos e no manuseio de maquinários da produção como o setor de trefilação que é um processo metalúrgico de conformação.

Esta pesquisa verifica a necessidade de implementar esforços mecânicos automatizados para prevenir esforços mecânicos humanos, ou seja, minimizar a exposição dos trabalhadores nos processos produtivos. Além disso, considera-se um desafio a integração entre humano e máquina, seja pelo investimento necessário ou pela resistência cultural à adoção de novas tecnologias no chão de fábrica e no local de trabalho padronizando atividades e a sensação de bem-estar dos trabalhadores (Antônio *et al.*, 2024).

A relevância deste estudo está em propor uso das tecnologias robóticas em transportadores autônomos revisando as atividades fabris de produção, logística no fornecimento e principalmente sobre diagnósticos e prognósticos de máquinas quanto ao andamento das atividades e necessidade de manutenção (Andrew; Jardine; Dragan, 2006).

Redesenhar tarefas críticas, reduzindo a necessidade de intervenção humana direta em etapas perigosas do processo industrial contribui para menores índices de acidentes favorecendo a criação de ambientes de trabalho mais ergonômicos e sustentáveis inclusive com uso da inteligência artificial em aprendizado profundo e suas aplicações de monitoramento (Moura *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2019).

Com o objetivo deste trabalho em analisar como a automatização, por meio da aplicação de robôs colaborativos, pode ser utilizada para reduzir riscos ocupacionais em setores industriais anti-ergonômicos e perigosos, a aplicação da tecnologia robótica e mapeamentos dos riscos associados ao processo de trefilação propondo soluções automatizadas que substituam ou complementem a atuação humana em

etapas críticas do processo, considerando os insumos na entrada, o processo propriamente dito e a variável de saída (Moura *et al.*, 2024), busca-se nos cobots o atender os fatores produtivos em seus diferentes níveis e aplicações (Sousa *et al.*, 2024).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Robôs colaborativos ou *cobots*, representam uma evolução na automação industrial, caracterizando-se por sua capacidade de interação com humanos em um espaço de trabalho compartilhado sem a necessidade de barreiras de segurança física (Cherubini *et al.*, 2023).

Diferentemente dos robôs industriais tradicionais, que operam em ambientes isolados, os cobots são específicos com recursos intrínsecos de segurança, como detecção de força/torque, controle de velocidade adaptativo e capacidade de parar em caso de contato inesperado, permitindo uma colaboração próxima e segura (Matthias; Wenge, 2022).

Essa interação direta entre humano e máquina otimiza tarefas que exigem flexibilidade, destreza humana e a precisão e repetibilidade dos robôs, resultando em maior eficiência, ergonomia e produtividade em diversos setores, desde a fabricação até a área da saúde (Bauer *et al.*, 2021).

2.1 Robôs articulados

Os robôs articulados são atualmente os tipos mais prevalentes e amplamente utilizados na indústria moderna, dominando uma vasta gama de aplicações devido à sua flexibilidade e características (Siciliano *et al.*, 2009; Ajoudani *et al.*, 2017).

Caracterizados por suas “juntas” rotativas, que imitam a mobilidade de um braço humano, esses robôs com a configuração de seis eixos são os mais comuns para tarefas complexas conforme ilustra a Figura 1 (Schraft; Scharfenberger, 2011; Zhao *et al.*, 2019).

Figura 1 | Braço robótico que se assemelha ao braço humano



Fonte: Ajoudani *et al.* (2017).

A capacidade produtiva combinada com a precisão e a velocidade de movimento, os torna ideais para tarefas como fundição, pintura, montagem, transporte de materiais e paletização nos diversos tramos das indústrias (Groover, 2015).

2.2 Treinamento da força laboral

O treinamento da força laboral para atividades com robôs é um pilar fundamental na transição para a automação e na garantia de um ambiente de trabalho seguro e eficiente (Parasuraman *et al.*, 2000).

Em relação ao manuseio e segurança dos colaboradores um curso prático com atividades de aprendizagem sobre o funcionamento dos robôs em conformidade com os manuais do fabricantes e de manutenção com a crescente integração de robôs colaborativos e articulados nas indústrias (Cherubini *et al.*, 2023).

Os programas de treinamento prático devem abordar tanto as habilidades técnicas (Costa *et al.*, 2025) como a programação e a manutenção básica dos robôs (Figura 2). Quanto as habilidades interpessoais e de resolução de problemas, promovendo uma cultura de colaboração humano-robô com acessibilidade (Benevides *et al.*, 2024; Cardoso, 2019). Esse investimento na qualificação da mão de obra não apenas otimiza a produtividade, mas também mitiga riscos, eleva a confiança dos colaboradores e facilita a adaptação às inovações tecnológicas (Matthias; Wenge, 2022).

Figura 2 | Treinamento prático no posto de trabalho



Fonte: Autores (2025).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia será de caráter exploratório e qualitativa fundamentada em uma revisão bibliográfica de publicações acadêmicas, normas técnicas e estudos anteriores relacionados à automatização e segurança industrial.

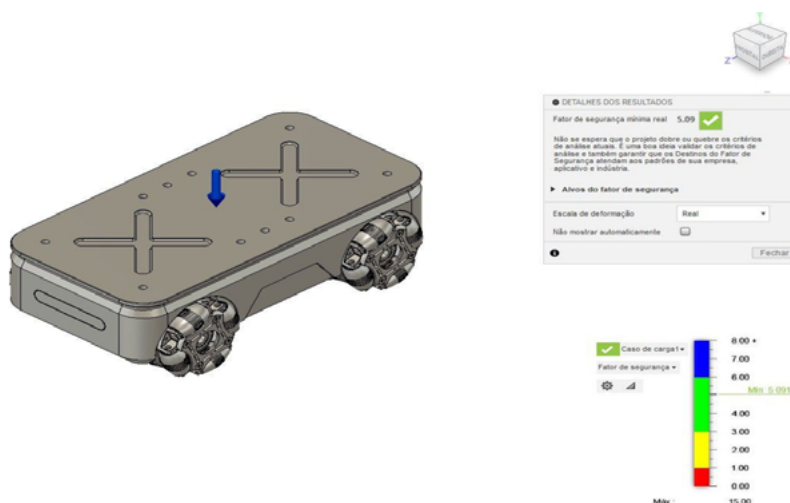
A análise focada na identificação de tecnologias robóticas aplicáveis e na avaliação teórica dos riscos associados ao processo de trefilação prevê como objetivo identificar conceitualmente como a automação pode ser implementada para mitigar riscos ocupacionais.

A metodologia usada contou com o uso do software específico para desenhos e projetos *Fusion 360* que auxilia na modelagem 3D com desenho assistido por computador, desenvolvido pela *Autodesk* e com uma *interface* intuitiva e fácil navegação para estruturação do projeto.

3.1 Análise estrutural do equipamento

Foi realizado um estudo detalhado da carga de trabalho aplicada e como será estruturado o agente robótico diante de diferentes esforços e condições de uso, garantindo segurança e eficiência. A análise de carga envolve avaliar a resistência do material frente a solicitações mecânicas, como compressão, tração e flexão, visando suportar pesos aplicados sem apresentar deformações permanentes ou risco de ruptura conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 | Tensaiors virtuais das cargas do cobot de transporte



Fonte: Autores (2025).

O ensaio de tensão interna gerada e da capacidade do material de retornar à sua forma original após o esforço e que podem causar deformações temporárias ou permanentes, dependendo da intensidade da carga e das propriedades do material utilizado. O objetivo do estudo é garantir que, mesmo sob carga máxima, a estrutura permaneça estável e funcional sem oferecer riscos ocupacionais.

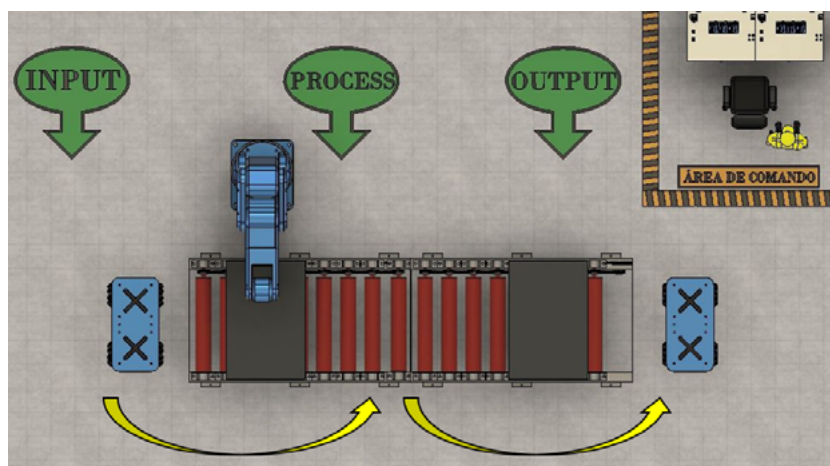
A análise indicou a que o projeto do robô sob a carga aplicada, possui elevada margem de segurança (5,09) mostrando que o componente é robusto e suportará as condições operacionais simuladas sem risco iminente de falha estrutural.

O mapa de cores da superfície superior do robô exibe um gradiente da cor azul até a cor roxa indicando que a distribuição de tensão, deformação ou, neste caso, o fator de Segurança indicam confiabilidade para operação.

3.2 Arranjo físico

O leiaute ou arranjo físico de uma célula de produção ou linha de montagem automatizada indicando o ponto inicial do processo em que as matérias-primas ou componentes são introduzidos e o ponto final onde os produtos acabados ou semiacabados são liberados para o cliente em pontos de coleta ou transporte do material conforme ilustra a Figura 4.

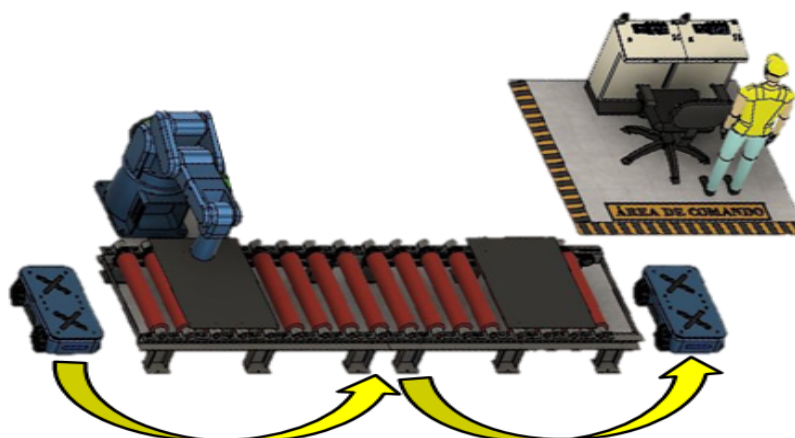
Figura 4 | Leiaute automatizado setor de trefilação



Fonte: Autores (2025).

As setas indicam o fluxo de retorno ou circulação dos cobots indicando que essas máquinas inteligentes retornam para o início formando um *loop* de transporte contínuo, antes executado por humanos. Uma sala ou estação de controle com mesas, cadeiras e equipamentos monitoram todo processo produtivo e as tarefas de abastecimento, processamento, transporte e armazenamento robótico adequado a um leiaute típico de indústrias que buscam aumentar a produtividade, a qualidade e a segurança, reduzindo os custos operacionais por meio da automação inteligente. A sala de controle monitora o robô (em azul) posicionado ao lado de uma esteira transportadora realiza tarefas como manuseio, transporte e armazenamento de materiais nos pontos de montagens, embalagem, inspeção e entrega ao longo da linha de produção conforme Figura 5.

Figura 5 | Leiaute da sala de controle e linha automatizada



Fonte: Autores (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Benefícios e atendimento aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS 9)

O resultado obtido com o processo de melhoria auxiliados com cobots ou robôs colaborativos, adequação do leiaute industrial e com um treinamento que capacite e habilite a força laboral contribui para minimização de acidentes e maximização da produtividade de materiais trefilados, podendo-se elencar benefícios entre os quais o atendimento aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) conforme Quadro 1.

Quadro 1 | Benefícios da gestão de cobots no setor produtivo

Benefícios	Robô colaborativo (cobot) em prol da força laboral humana
Segurança: redução nos índices de acidentes	Cobots executam atividade repetitivas, perigosas e insalubres em um ambiente de trabalho mais seguro e confortável.
Ritmo: balancear longos processos produtivos	Cobots minimizam esforços e repetibilidade em operações de abastecimento, processo e armazenamento operacional.
Qualidade: reduzir erros e falhas humanas	Cobots são precisos nos movimentos, transporte e armazenamento com controle sistêmico automatizado e padronizado.
Esforços humano repetitivo: reduzir movimentos	Cobots minimizam os esforços de transporte e manuseio dos materiais reduzindo lesões humanas por esforço repetitivo.
Desenvolvimento de habilidades técnicas	Cobots requerem treinamento técnico iniciático de programação e manutenção robótica com aumento do conhecimento da força laboral.
Atender Objetivo Desenvolvimento Sustentável (ODS 9)	Cobots possibilitam a inovação tecnológica, modernização da infraestrutura e fomento a melhores ambientes de trabalho.

Fonte: Autores (2025).

4.2 Análise SWOT dos riscos e oportunidades com a robotização

Foi elaborado uma análise SWOT explorando os fatores internos (Forças e Fraquezas) e externos (Oportunidades e Ameaças) relacionados à implementação e gestão de robôs colaborativos (*cobots*) com foco na segurança industrial, produtividade e alinhamento com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9 sobre a indústria, inovação e infraestrutura conforme Quadro 2.

Quadro 2 | Análise SWOT sobre cobots no setor produtivo

Análise	Fatores	Particularidades
Força 	Melhora na segurança industrial em trabalho compartilhado Aumento da produtividade e eficiência Flexibilidade e adaptabilidade industrial Redução de erros humanos e melhoria da qualidade	Cobots são projetados para operar em proximidade com humanos. Automação de tarefas repetitivas, anti-ergonômicas e perigosas. Cobots são fáceis de programar e reconfigurar para diferentes tarefas. Precisão e repetibilidade dos cobots contribuem para a padronização.
Fraqueza 	Custo inicial de investimento e adaptações Necessidade de treinamento e qualificação da mão de obra Complexidade da integração em sistemas legados Limitações de carga útil e velocidade	Investimento inicial significativo para pequenas e médias empresas Exige novas habilidades da força laboral e requalificação Infraestruturas mais antigas pode ser desafiador e um gargalo. Cobots pela natureza colaborativa tem limites de carga e velocidade
Oportunidades 	Crescente demanda por automação e digitalização Incentivos governamentais e políticas de fomento Avanços tecnológicos contínuos e responsivos Atender ESG ou Environmental, Social and Governance	A busca por maior competitividade impulsionam a adoção de tecnologias. Programas de apoio à inovação com alinhamento com a ODS 9. Cobots mais inteligentes, com maior capacidade e interfaces intuitivas. Práticas de negócios responsáveis e sustentáveis dos recursos.
Ameaças 	Concorrência de tecnologias alternativas Regulamentação e normas de segurança Vulnerabilidade /Cibersegurança Desafios na gestão da mudança e aceitação social	soluções de automação ou métodos de produção inconsistentes. Embora projetados para segurança, as normas ainda em evolução. Sistemas de controle podem ser alvos de ataques cibernéticos. Percepção pública negativa sobre a automação substituindo humanos.

Fonte: Autores (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção com integração de robôs colaborativos (cobots) na indústria moderna representa uma estratégia promissora para melhorar simultaneamente a segurança e a produtividade, em consonância com os objetivos definidos pela ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura).

A gestão eficaz desses sistemas robóticos transcende a simples instalação e programação, exigindo uma abordagem holística que considera uma análise minuciosa de riscos, a implementação de protocolos de segurança avançados e a formação contínua de força de trabalho. Ao se garantir uma interação segura e eficiente entre humanos e robôs, as empresas podem melhorar processos, reduzir acidentes de trabalho e consequentemente, alcançar níveis superiores de produção.

A automação inteligente de tarefas repetitivas e ergonômicas desfavoráveis libera os trabalhadores para atividades de maior valor agregado, fomentando a especialização e a criatividade no ambiente industrial, aliada ao aumento da eficiência produtiva e pavimentando o caminho para um futuro industrial mais resiliente e alinhado com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Em suma, a gestão de robôs colaborativos surge como um fator crítico para o sucesso da indústria no século XXI. Ao priorizar a segurança humana em conjunto com a busca por maior produtividade, e ao integrar essas iniciativas aos objetivos do ODS 9, já que as organizações podem não apenas aprimorar suas operações, mas também contribuir para um futuro mais seguro, inclusivo e sustentável.

O investimento em tecnologias colaborativas e em uma gestão que valorize a sinergia entre humanos e máquinas é, portanto, uma decisão estratégica fundamental para as empresas que buscam prosperar em um cenário global cada vez mais competitivo e consciente dos desafios socioambientais.

Este trabalho evidenciou que a integração entre tecnologias avançadas, como os robôs articulados e os transportadores autônomos aliada a um planejamento adequado reduzem os riscos operacionais aumentando a eficiência ergonômica do ambiente de trabalho.

Ao delegar tarefas perigosas ou repetitivas aos cobots, os trabalhadores ficam protegidos de lesões e podem se dedicar as atividades que exigem mais raciocínio e criatividade. Com essas ferramentas aplicadas é possível promover um avanço tecnológico mostrando que a automação, quando bem aplicada, não substitui o ser humano, mas potencializa suas capacidades e amplia as possibilidades de uma produção inteligente tornando a produção da indústria eficaz e reduzindo erros. A análise dos pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças realizadas também mostram que há barreiras e mudanças culturais necessárias para um ambiente fabril moderno e salutar.

REFERÊNCIAS

- AJOUDANI, A., ZANCHETTIN, A. M., IVALDI, S., ALBU-SCHÄFFER, A., KOSUGE, K., & KHATIB, O. (2017). *Progress and prospects of the human–robot collaboration*. V. 42, n. 5, p. 957–975, 2017. DOI: 10.1007/s10514-017-9677-2.
- ANDREW, K. S. JARDINE, D. L., DRAGAN B. 2006. A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance, *Mechanical Systems and Signal Processing*, V.20, Issue 7, pp.1483-1510, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.09.012>.
- ANTÔNIO, M. R., REGINA, O. M., GOUSSAIN, B. G. C. S., SILVA, M. B. (2024). Neuroergonomics approach in the workplace aiming to standardize movements and increase workers' sense of well-being. 24(10), 472–482. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27>
- BAUER, A., KOHLHUBER, M., MAYR, C., & BRANDL, C. (2021). Human-robot collaboration: A review of challenges and opportunities in manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67, 102008.
- BENEVIDES, M. P.; XAVIER, K. R. S. L.; et al. (2024) Sign Talk Assistive Technology: real-time recognition of the libras typical alphabet using artificial intelligence. RGSA, v. 18, n. 12, p. e010610, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-214>
- CARDOSO, R. A. A. N. Aplicação de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem da educação profissional técnica. *Ensino em Foco*, v. 2, n. 4, p. 137-147, 2019.
- CHERUBINI, L., DE NISI, S., & PIRODDI, L. (2023). A review of human–robot collaboration in industrial applications. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 79, 102454.
- COSTA, J. C. L.; SANTOS, D. F. A.; OLIVEIRA, M. R. de; MOURA, R. A. 2025. Aprendizagem com solução de problemas reais para aprimoramento discente na injunção socioprofissional. CLCS, [S. l.], v. 18, n2, p. e15288, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.2-100.
- GROOVER, Mikell P. *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. 4. ed. Boston: Pearson, 2015.
- MATTHIAS, P., & WENGE, T. (2022). Human-robot collaboration: Safety, control, and applications. *Springer Nature*.
- MOURA, J. L.; MOURA, R. A. (2019). Interação humano-máquina no sistema produtivo da indústria 4.0 visando aumentar a produtividade e reduzir lesões por esforços repetitivos. Fatec de São José dos Campos/SP. DOI: <https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.213.217-227>
- MOURA, R., MARQUES, D., COSTA, J., & SILVA, M. (2021). A urbanidade da higiene ocupacional na era digital e o negacionismo social da antecipação e prevenção. 2021. Sodebras 16(184), 29-33. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.29>
- MOURA, R. A. DE, SANTOS, D. F. A., GOUSSAIN, B. G. S., OLIVEIRA, M. R. DE, & SILVA, M. B. (2024). Design of Experiments (Doe) for non-specialists in statistics in the food industry: trials with popcorn. RGSA, 18(10). <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-229>
- 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.
- SCHRAFT, R. D., & SCHARFENBERGER, P. (2011). *Robotik für Ingenieure: Eine Einführung in die Robotik und ihre Anwendungen*. Springer Vieweg.
- SICILIANO, B., KHATIB, O., & SICILIANO, B. (2009). *Springer Handbook of Robotics*. Springer.

SILVA, E. A.; CAMARGO, A. A.; SILVA, M. B.; MOURA, R. A. (2024). Neuroergonomia y Tecnologías inmersivas para lograr un envejecimiento saludable sin dolor y además sin ortesis. Revista Exatas. V.30. UNITAU. DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3916>

SOUSA, V. J. DE RICHETTO, M. R. S., MOURA, R. A. DE, OLIVEIRA, M. R. DE, & SILVA, M. B. (2024). Analysis of management practices in a non-governmental organization. Revista De Gestão Social E Ambiental, 18(11), e09646. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n11-045>

ZHAO, R.; YAN, R.; CHEN, Z.; MAO, K.; PENG WANG, P.; GAO, R. X. (2019). Deep learning and its applications to machine health monitoring, Mechanical Systems and Signal Processing, V.115, 213-237, ISSN 0888-3270, DOI: 10.1016/j.ymssp.2018.05.050.

