

O PAPEL DOS ROBÔS COLABORATIVOS NA REVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0***THE ROLE OF COLLABORATIVE ROBOTS IN THE INDUSTRY 4.0 REVOLUTION***

Reginaldo Rodney Lopes – reginaldo.lopes2@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

João de Lucca Filho – joaodelucca@terra.com.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v21i1.1932

Data de submissão: 13/04/2024

Data do aceite: 10/03/2024

Data da publicação: 20/06/2024

RESUMO

A integração da Indústria 4.0 promove a revolução dos processos industriais através da integração de tecnologias avançadas. Neste contexto, os robôs colaborativos emergem como fator chave na otimização da produção e a criação de um ambiente de trabalho mais eficiente e seguro. Este artigo fornece uma análise aprofundada do papel dos robôs colaborativos na Indústria 4.0, destacando as suas características, aplicações, benefícios e desafios associados à sua adoção. Através da análise e discussão dos resultados, constatou-se que os robôs colaborativos contribuem significativamente para melhorar a eficiência operacional, reduzir o tempo de ciclo e aumentar a produtividade da linha de produção. Além disso, a colaboração humano-robô promoveu uma maior precisão e consistência na execução de tarefas, levando a uma melhoria geral na qualidade do trabalho. No entanto, a implementação destes sistemas apresenta desafios, como a complexidade da programação e a garantia da segurança do operador. Este estudo contribui para uma melhor compreensão do potencial transformador dos robôs colaborativos na Indústria 4.0, fornecendo insights e informações valiosos para pesquisadores, profissionais e gestores interessados em aproveitar o poder destas tecnologias avançadas.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Robôs Colaborativos. Eficiência Operacional. Automação Industrial.

ABSTRACT

The integration of Industry 4.0 promotes the revolution of industrial processes through the integration of advanced technologies. In this context, collaborative robots emerge as a key factor in optimizing production and creating a more efficient and safe working environment. This article provides an in-depth analysis of the role of collaborative robots in Industry 4.0, highlighting their characteristics, applications, benefits and challenges associated with their adoption. Through analysis and discussion of the results, it was found that collaborative robots significantly contribute to improving operational efficiency, reducing cycle time and increasing production line productivity. Additionally, human-robot collaboration has promoted greater precision and consistency in task execution, leading to an overall improvement in work quality.

However, implementing these systems presents challenges, such as programming complexity and ensuring operator safety. This study contributes to a better understanding of the transformative potential of collaborative robots in Industry 4.0, providing valuable insights and information for researchers, professionals and managers interested in harnessing the power of these advanced technologies.

Keywords: Industry 4.0. Collaborative Robots. Operational Efficiency. Industrial Automation.

1 INTRODUÇÃO

A era da Indústria 4.0 está mudando os antigos conceitos da produção industrial, através da utilização de redes digitais, automação inteligente e uso de tecnologias disruptivas. Neste cenário em constante evolução, os robôs colaborativos surgem como peças-chave na transformação dos processos industriais, contribuindo de forma significativa para a melhorar da produção e criar um ambiente de trabalho mais seguro e eficaz. (PORTUGAL, 2024).

A convergência de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), a computação em nuvem, a inteligência artificial (IA) e a análise de dados, caracteriza a Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial. Essas tecnologias estão transformando fundamentalmente a maneira como as fábricas operam, permitindo a criação de sistemas de produção mais ágeis, flexíveis e adaptáveis às exigências do setor industrial. (PONTOTEL, 2023).

Neste contexto, os robôs colaborativos representam a evolução da automação industrial, permitindo interações seguras e eficientes entre humanos e máquinas no local de trabalho. Ao contrário dos robôs industriais convencionais que requerem barreiras físicas por razões de segurança, os robôs colaborativos podem operar em conjunto com os trabalhadores, aumentando a flexibilidade e a eficiência do processo de produção. Esta abordagem colaborativa abre novas possibilidades de aplicação na indústria, desde linhas de montagem até ambientes de logística e saúde. (ELECTRIC, 2023).

A capacidade dos robôs colaborativos de executar uma variedade de tarefas, desde simples operações de montagem até processos complexos de inspeção e manuseio, os distingue como recursos versáteis na indústria. A sua adaptabilidade e facilidade de programação permitem-lhes integrar-se facilmente em ambientes de produção dinâmicos onde as demandas e os produtos podem mudar frequentemente. Isto os torna ideais para os cenários industriais que exigem flexibilidade e eficiência, garantindo uma resposta ágil às mudanças nas necessidades de produção. (BRASIL, 2022).

No entanto, a integração de robôs colaborativos na indústria apresenta desafios significativos. A segurança é uma grande preocupação devido à estreita interação entre humanos e robôs. Além disso, a interoperabilidade do sistema é essencial para garantir uma comunicação eficaz entre diferentes dispositivos e software. O treinamento e a formação adequados dos funcionários são essenciais para operar e manter os cobots de maneira eficaz. A adaptação cultural também é uma barreira porque a adoção de novas tecnologias pode exigir mudanças na cultura organizacional e nas práticas de trabalho. (MARQUES, 2021).

O artigo investiga informações sobre a integração de robôs colaborativos na Indústria 4.0, analisando os seus desafios, como segurança e interoperabilidade, bem como as aplicações práticas e os benefícios que eles trazem, como maior eficiência e maior flexibilidade. Também analisa as características especiais dos cobots, como adaptabilidade e facilidade de programação. Serão apresentados estudos de caso reais para ilustrar implementações bem-sucedidas, enquanto as previsões futuras irão destacar o seu papel na definição do futuro da indústria.

Além disso, o artigo procura explorar em detalhes como os robôs colaborativos estão revolucionando a indústria, promovendo uma análise profunda do seu impacto nas operações de produção, na eficiência e na competitividade das empresas. Ao destacar a capacidade de trabalhar ao lado dos humanos de forma segura e eficiente, será evidenciado como os cobots estão impulsionando a automatização e otimização dos processos industriais, abrindo caminho para novas oportunidades, novo crescimento e desenvolvimento no atual contexto industrial., conforme estabelece Portes (2024).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, os principais conceitos e fundamentos da Indústria 4.0 e da automação industrial com robôs colaborativos. Discutiremos as tecnologias disruptivas que impulsionam a Indústria 4.0, bem como o papel dos robôs colaborativos na otimização dos processos industriais. Ao final, o objetivo é fornecer uma compreensão abrangente dos avanços tecnológicos e suas aplicações na indústria moderna.

2.1 Conceitos e fundamentos da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 representa uma transformação profunda nos processos industriais, impulsionada pelo avanço tecnológico e pela integração de sistemas inteligentes.

Segundo Sátyro (2019), esse conceito é reconhecido como a Quarta Revolução Industrial, marcada pela convergência de tecnologias como a robótica colaborativa, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT).

Segundo Sátyro (2019), a Quarta Revolução Industrial é conhecida por meio da convergência de tecnologias como inteligência artificial, Internet das Coisas e robótica colaborativa.

Essas inovações não apenas automatizam processos, mas também promovem uma interação mais estreita entre humanos e máquinas, como destacado por Soares (2021), permitindo uma colaboração eficiente e segura no ambiente de trabalho.

A robótica colaborativa, em particular, tem sido apontada como uma das principais vertentes da Indústria 4.0. Conforme mencionado por diversos autores, como Soares (2021), os robôs colaborativos são projetados para coexistir harmoniosamente com os operadores, compartilhando tarefas e aumentando a produtividade.

Os robôs colaborativos podem realizar desde atividades repetitivas até operações mais complexas, adaptando-se às necessidades específicas da linha de produção (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2022).

Além disso, é importante ressaltar que a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 requer não apenas investimentos em tecnologia, mas também uma mudança cultural e organizacional nas empresas. Conforme destacado por diversos estudos, como o de Soares (2021), é essencial promover a capacitação dos colaboradores e criar uma cultura de inovação e colaboração para aproveitar ao máximo os benefícios dessa revolução industrial.

Além disso, é crucial enfatizar que a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 necessita não só investimentos tecnológicos, mas também uma mudança cultural e organizacional dentro das empresas. Como vários estudos, incluindo o de Soares (2021), salientam, é essencial promover a capacitação dos colaboradores e criar uma cultura de inovação e colaboração, de forma a tirar o máximo dos benefícios dessa revolução industrial.

Portanto, a Indústria 4.0 não se trata apenas de adotar novas tecnologias, mas sim de reimaginar completamente os processos produtivos e as relações de trabalho, com o objetivo de alcançar eficiência, flexibilidade e competitividade no mercado globalizado.

2.2 Robótica Colaborativa

2.2.1 Definição

A robótica colaborativa é uma área da engenharia focada para o desenvolvimento e aplicação de robôs projetados para interagir de forma segura e eficiente com humanos em ambientes compartilhados de trabalho. Como salienta Soares (2021), a essência da robótica colaborativa reside no emprego de robôs que cooperam com os seres humanos no mesmo local de trabalho, compartilhando tarefas e espaço de forma segura. Estes robôs são equipados de sensores avançados, como câmeras e sistemas de detecção de movimento, que lhes conferem a capacidade de perceber e reagir ao ambiente envolvente, garantindo a integridade e a segurança dos trabalhadores humanos.

2.2.2 Características

A Robótica Colaborativa, também conhecida como cobotagem ou cobots, possui características distintivas que a diferenciam de outras formas de automação industrial. Para Santoni (2021), as características são cruciais para a integração eficaz de robôs em ambientes de trabalho compartilhados, destacando-se a Interação Segura, Flexibilidade e Adaptabilidade, Sensibilidade e Percepção, Facilidade de Programação, Cooperação em Tarefas Compartilhadas, a saber:

- **Interação Segura:** Os cobots são projetados para interagir diretamente com os trabalhadores humanos de forma segura, eliminando a presença de barreiras físicas de segurança.
- **Flexibilidade e Adaptabilidade:** Trata a capacidade de adaptação a diferentes tarefas e ambientes de trabalho como um padrão cobots, permitindo rápida reconfiguração para novas demandas.
- **Sensibilidade e Percepção:** Equipados com dispositivos sensores de alta resolução, os cobots “percebem”, equipados com sensores táteis e sistemas de visão computacional, reagem às mudanças no ambiente, apoiando a colaboração em tempo real.
- **Cooperação em Tarefas Compartilhadas:** A capacidade de compartilhar tarefas com pessoas, trabalhando em conjunto para aumentar a eficiência e a produtividade no ambiente de trabalho.

Aditivamente, segundo Soares (2021) Facilidade de Programação, na qual os cobots são desenvolvidos com interfaces de programação intuitivas e fáceis de usar, permitindo que até não especialistas realizem programação, promovendo o uso destas tecnologias.

Estas capacidades destacam o papel transformador dos robôs colaborativos, proporcionando não apenas automação, mas também uma verdadeira colaboração entre máquinas e humanos.

2.2.2 Benefícios

A Robótica Colaborativa é conhecida por sua integração cooperativa entre robôs e humanos, e isso traz muitos benefícios que tem impacto positivo na indústria e no ambiente de trabalho.

Soares (2021), afirma que os benefícios Robótica Colaborativa são fundamentais para aumentar a eficiência e a segurança nas operações industriais, destacando a aumento da eficiência operacional, melhoria da qualidade do trabalho, segurança no ambiente de trabalho, flexibilidade e adaptabilidade, liberação de trabalhadores para atividades criativas, ou seja:

- **Aumentar a Eficiência Operacional:** Contribui para a redução de tempos ociosos, permite uma produção mais eficiente através da automatização de tarefas repetitivas e da execução de operações de precisão.
- **Melhorar a Qualidade do Trabalho:** Os cobots são projetados para operações colaborativas, permitindo que tarefas complexas e sensíveis sejam executados com maior precisão, melhorando assim a qualidade do produto (PYROTEC, 2022).
- **Segurança no Ambiente de Trabalho:** robôs colaborativos enfatizam a segurança, incorporando sensores avançados que permitem detectar e evitar obstáculos em tempo real. Isto garante o bem-estar dos trabalhadores, preservando sua integridade. (NANNER AUTOMAÇÃO, 2024).
- **Flexibilidade e Adaptabilidade:** Além das previamente estabelecidas dos cobots, também oferecem benefícios operacionais, permitindo uma reconfiguração rápida e fácil para enfrentar em novas tarefas, permitindo uma rápida adaptação às mudanças na demanda e nos requisitos de produção, trazendo flexibilidade aos processos (TECLOGICA, 2022).
- **Liberação de Trabalhadores para Atividades Criativas:** Um benefício inegável é que a automatização de tarefas rotineiras permite que a equipe técnica se concentre em atividades estratégicas e criativas, como planejamento e tomada de decisões rápidas (UNIVERSAL ROBOTS, 2022).

Estes benefícios realçam a crescente importância dos robôs colaborativos como ferramenta transformadora na indústria, promovendo a eficiência, a segurança e a qualidade do trabalho.

2.3 Exemplos de Uso de Robôs Colaborativos na Indústria

Os robôs colaborativos, ou cobots, tornaram-se ferramentas industriais versáteis, melhorando a eficiência e a segurança em diversas aplicações. Na indústria automotiva, esses cobots podem ser vistos trabalhando ao lado dos operadores humanos nas linhas de montagem, auxiliando a fixar componentes e manusear de peças delicadas (UNIVERASAL ROBOTS, 2021).

Em ambientes metalúrgicos, esses cobots desempenham funções críticas em tarefas como a soldadura, corte a laser e manuseio de peças pesadas, contribuindo para a segurança do trabalhador e aumentando a precisão operacional (KNAUF AUTOMOTIVE, 2023).

No setor logístico, os cobots são utilizados em armazéns e centros de distribuição para melhorar e otimizar tarefas de *picking* e *packing* de mercadorias. Ao trabalharem em conjunto com os empregados, contribuem para uma colaboração mais eficaz e minimizam erros durante a preparação dos pedidos (MECALUX, 2022).

Além disso, na indústria eletrônica, fornece exemplos notáveis de implementação uso de cobots em linhas de produção para resolver e superar desafios específicos. Estes são casos de sucesso demonstra a versatilidade e adaptabilidade dessas soluções (UNIVERSAL ROBOTS, 2021).

A robótica colaborativa não se limita a uma única indústria, mas também se estende a processos como soldagem MIG/MAG, corte a laser, corte a plasma e outras atividades da Indústria 4.0, destacando sua aplicação em diferentes setores de produção. Estes exemplos refletem o desenvolvimento e a crescente relevância dos robôs colaborativos na otimização de processos industriais. (GARCIA, 2022).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para investigar o papel dos robôs colaborativos na revolução da Indústria 4.0, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

3.1 Seleção de Fontes de Informação

Foram consultadas diversas fontes de dados, incluindo Google Scholar, bases de dados acadêmicas, periódicos científicos, livros, relatórios técnicos e sites de tecnologia e indústria.

3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de seleção foram estabelecidos para selecionar pesquisas relevantes, incluindo trabalhos que abordassem diretamente o papel dos robôs colaborativos na Indústria 4.0. Foram

excluídos estudos que não estivessem diretamente relacionados ao tema ou que não atendessem aos critérios de qualidade estabelecidos.

3.3 Estratégia de Busca

Uma estratégia de pesquisa abrangente foi desenvolvida usando uma combinação de termos de pesquisa relacionados à Indústria 4.0, robôs colaborativos, automação industrial e tópicos relacionados. As pesquisas são realizadas em fontes de dados selecionadas, usando filtros de data quando apropriado.

3.4 Limitações da Pesquisa

É importante reconhecer as limitações deste estudo. Apesar dos esforços para identificar e selecionar estudos relevantes, alguns trabalhos relevantes podem ter omitidos. Além disso, a qualidade e a confiabilidade dos estudos incluídos podem variar, afetando a validade das conclusões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelaram várias descobertas importantes sobre o uso de robôs colaborativos na Indústria 4.0. A integração destes sistemas provou ser muito benéfica em termos de eficiência operacional e qualidade do trabalho. Em uma análise mais aprofundada dos dados.

4.1 Impacto na Eficiência Operacional

A presença de robôs colaborativos nas linhas de produção resultou em uma significativa reduções significativas nos tempos ciclo e aumento significativo na produtividade (SOARES, 2021). Estes resultados apoiam as conclusões de estudos anteriores e confirmam a teoria da automação colaborativa como um catalisador para a melhoria operacional. Além disso, a qualidade e a confiabilidade dos estudos incluídos podem variar, afetando a validade das conclusões.

4.2 Desafios na Implementação

Apesar dos benefícios óbvios, a implementação de robôs colaborativos enfrenta desafios significativos, como a complexidade da programação e a garantia da segurança de operadores (Dos REIS, 2021). Estes desafios refletem a necessidade de abordagens mais integradas para a aplicação destas tecnologias.

4.3 Benefícios da Colaboração Homem-Máquina

A colaboração entre humanos e robôs promoveu uma maior precisão e consistência no desempenho das tarefas, levando a uma melhoria geral na qualidade do trabalho (SANTONI e LUCATO, 2021). Estes resultados reforçam a importância da sinergia entre humanos e máquinas na era da Indústria 4.0.

4.4 Considerações Éticas e Sociais

A partir deste estudo deve-se destacar a necessidade de considerações éticas e sociais na implantação de robôs colaborativos, especialmente em termos de impacto no mercado de trabalho e à atribuição de tarefas, conforme expressa Santoni e Lucato (2021). Estas considerações oferecem uma visão mais ampla das implicações da automação colaborativa na sociedade e seus impactos no corpo funcional ativo nos processos de produção.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo, procurou-se analisar o papel dos robôs colaborativos na revolução da Indústria 4.0, estudando as suas características, vantagens, desafios e impactos que foram recolhidos em trabalhos e publicações de diferentes autores e fontes pesquisadas. Ao longo da pesquisa foi possível observar como esses sistemas redefinem os modelos e paradigmas tradicionais de produção industrial e impulsionam mudanças significativas no ambiente de trabalho.

O principal objetivo deste artigo foi estudar como os robôs colaborativos ajudam a otimizar a produção e a criar de ambientes de trabalho mais eficientes e seguros. Com base na análise realizada, pode-se afirmar que os robôs colaborativos desempenham um papel fundamental nesta transição, trazendo uma série de benefícios para as empresas e os trabalhadores.

Um dos principais resultados obtidos foi a observação de que os robôs colaborativos têm ajudado a aumentar a eficiência operacional das empresas. Ao automatizar tarefas repetitivas e realizar de operações precisas, estes sistemas reduzem os tempos de ciclo e aumentam a produtividade nas linhas de produção.

Além disso, também foi comprovado que os robôs colaborativos desempenham um papel importante na melhoria da qualidade do trabalho. A capacidade de trabalhar lado a lado com seres humanos, compartilhando tarefas e espaços de trabalho com segurança, permite uma execução mais precisa e consistente de operações industriais.

No entanto, é importante enfatizar que a implantação de robôs colaborativos enfrenta desafios significativos. Questões como segurança, interoperabilidade de sistemas, formação de colaboradores e adaptação cultural são obstáculos que as empresas devem superar ao adotar esta tecnologia avançada e inovadora.

Para pesquisas futuras, recomendamos uma análise mais aprofundada dos impactos sociais, econômicos e ambientais da automação colaborativa. Seria interessante investigar como estes sistemas influenciam as relações de trabalho, o mercado de trabalho e a sustentabilidade ambiental das empresas.

Recomendamos também a serem realizadas pesquisas sobre novas aplicações e avanços tecnológicos na área de robótica colaborativa. O desenvolvimento contínuo destes sistemas abre novas oportunidades para sua aplicação em diversos setores industriais e ambientes de trabalho.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a realizar uma análise mais detalhada dos impactos sociais, econômicos e ambientais da automação colaborativa e explorar novas aplicações e avanços tecnológicos nesta área.

Por fim, é importante reconhecer as limitações deste estudo. Apesar dos esforços para fornecer uma análise abrangente, é possível que algumas questões relacionadas podem não ser resolvidas em profundidade. Portanto, recomendamos que pesquisas futuras considerem essas limitações e busquem suprir as lacunas identificadas neste estudo.

Em resumo, este trabalho contribui para uma melhor compreensão do papel dos robôs colaborativos na Indústria 4.0, fornecendo insights e informações valiosas para pesquisadores, profissionais e gestores interessados em explorar as capacidades potenciais destas tecnologias inovadoras. Ao abordar os objetivos propostos e discutir as limitações do estudo, esperamos ter contribuído para o avanço do conhecimento neste campo em constante evolução.

REFERÊNCIAS

ABB. **ROBÔS COLABORATIVOS JÁ SÃO REALIDADE NA INDÚSTRIA 4.0.** São Paulo, 19 fev 2021. Disponível em: <<https://new.abb.com/news/pt-br/detail/74647/robos-colaborativos-ja-sao-realidade-na-industria-40>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

BRASIL, U. R. **Robôs manipuladores: função, principais usos e vantagens.** Disponível em: 09 jun 2022 <<https://www.universal-robots.com/br/blog/rob%C3%B4s-manipuladores-func%C3%A3o-principais-usos-e-vantagens/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

DOS REIS, S. V. **Por que os robôs colaborativos estão revolucionando a indústria?** 2021. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/20971-por-robos-colaborativos-estao-revolucionando-industria>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ELECTRIC, E. S. Os cobots de nova geração oferecem uma solução viável para a escassez aguda da mão de obra industrial. 26 jan 2023 Disponível em: <<https://blog.se.com/br/industria/2023/01/26/porque-e-que-a-nova-geracao-de-cobots-e-uma-solucao-viavel/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

KNAUF AUTOMOTIVE. O que é um cobot? – cobots na fabricação, 12 ago 2023. Disponível em: <<https://knaufautomotive.com/pt-br/o-uso-de-robos-colaborativos-na-industria-automotiva/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

MARQUES, J. R. Entenda o conceito de interoperabilidade entre sistemas e sua utilidade para uma empresa. 10 fev 2021 Disponível em: <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/entenda-o-conceito-de-interoperabilidade-entre-sistemas-e-sua-utilidade-para-uma-empresa/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

MECALUX. Robôs colaborativos e robôs industriais: por que utilizá-los no armazém? 04 out 2022. Disponível em: <<https://www.mecalux.com.br/blog/robos-colaborativos>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

NANNER AUTOMAÇÃO. OS BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE ROBÓTICA COLABORATIVA NA INDÚSTRIA - Nanner Automação. 2024. Disponível em: <<https://nanner.com.br/os-beneficios-e-desafios-da-implementacao-de-robotica-colaborativa-na-industria/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PONTOTEL. Convergência tecnológica: o que é, como funciona e como implantar nas empresas. 02 ago 2023 Disponível em: <<https://www.pontotel.com.br/convergencia-tecnologica/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

PORTAL DA INDÚSTRIA. INDÚSTRIA 4.0: O QUE É, CONCEITOS, FUNDAMENTOS E SEUS IMPACTOS. 2022. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

PORTES, R. Mercado de robótica deve atingir US\$ 150 bilhões em duas décadas. 03 abr 2024 Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/mercado-de-rob%C3%B3tica-deve-atingir-us-150-bilh%C3%B5es-em-duas-portes-rrdde>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

PORTUGAL, S. M. Tecnologias disruptivas moldam as atividades humanas. 2024. Disponível em: <<https://sejarelevante.fdc.org.br/tecnologias-disruptivas-moldam-as-atividades-humanas/>>. Acesso em 31/03/2024.

GARCIA, M. O USO DOS ROBÔS INDUSTRIAIS E COLABORATIVOS NA INDÚSTRIA 4.0. Revista Automação. 12 out 2022. Disponível em: <<https://revista-automacao.com/news/60861-o-uso-dos-rob%C3%B4s-industriais-e-colaborativos-na-ind%C3%BAstria-4-0>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SANTONI, F.; LUCATO, A. V. R. ROBÓTICA COLABORATIVA: A UTILIZAÇÃO DE ROBÔS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 1, n. 1, p. e210914, 2021. DOI: 10.47820/recima21.v1i1.914. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/914>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SÁTYRO, W. C. **INDÚSTRIA 4.0: CONCEITOS E FUNDAMENTOS**. Editora Blucher, 2019.

SOARES, R.; LUCATO, A. V. R. **ROBÓTICA COLABORATIVA NA INDÚSTRIA 4.0, SUA IMPORTÂNCIA E DESAFIO**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 747–759, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i2.1298. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1298>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

SOARES, R.; LUCATO, A. V. R. **ROBÓTICA COLABORATIVA NA INDÚSTRIA 4.0, SUA IMPORTÂNCIA E DESAFIO**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 747–759, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i2.1298. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1298>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

SOPRO, E. **ROBÔS COLABORATIVOS: QUAIS AS VANTAGENS DE INVESTIR NELES?** Disponível em: <<https://pyrotec.com.br/2022/04/12/robos-colaborativos-quais-as-vantagens-de-investir-neles/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

TECLÓGICA. **COBOTS E ROBÓTICA COLABORATIVA: BENEFÍCIOS NA INDÚSTRIA** – Teclógica, 11 mar 2022. Disponível em: <<https://www.teclogica.com.br/cobots/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

UNIVERSAL ROBOTS_1. **10 RAZÕES PARA INVESTIR EM ROBÔS COLABORATIVOS**, 2022. Disponível em: <<https://www.universal-robots.com/br/blog/10-raz%C3%B5es-para-investir-em-rob%C3%B4s-colaborativos/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

UNIVERSAL ROBOTS_2. **3 histórias de sucesso com o uso de robôs colaborativos na indústria de eletrônicos**. 11. jun 2021. Disponível em: <<https://www.universal-robots.com/br/blog/3-hist%C3%B3rias-de-sucesso-com-o-uso-de-rob%C3%B4s-colaborativos-na-ind%C3%A9stria-de-eletr%C3%B4nicos/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

UNIVERSAL ROBOTS_3. **6 CASES DE SUCESSO DE ROBÔS COLABORATIVOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**. 29 jan 2021 Disponível em: <<https://www.universal-robots.com/br/blog/6-cases-de-sucesso-de-rob%C3%B4s-colaborativos-na-ind%C3%A9stria-automotiva/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.